FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON
Année 1962 — N° 130

TRAVAIL DE L'INSTITUT D'AUDIO-PHONOLOGIE
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LYON
DIRECTEUR : PROFESSEUR P. MOUNIER-KUHN

LES ATTEINTES CENTRALES DE L'AUDITION

ESSAI DE DÉFINITION ET DE MESURE

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 28 juin 1962

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

ARLETTE BRISSOT
Ancienne externe des Hôpitaux de Lyon
née le 25 août 1933 à LYON

1962

Docteur Arlette BRISSOT

Ancienne externe des Hôpitaux de LYON

TRAVAIL de l'INSTITUT d'AUDIO-PHONOLOGIE de la

FACULTE de MEDECINE de LYON

Directeur : Monsieur le Professeur P.MOUNIER- KUHN .

LES ATTEINTES CENTRALES de l'AUDITION .

Essai de définition et de mesure.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550005_0036

FACULTE MIXTE de MEDECINE
et de PHARMACIE de LYON

PERSONNEL de la FACULTE

M. J.LEPINE : Doyen Honoraire
membre de l'Institut

M. H.HERMANN : Doyen
Correspondant de L'Institut

M.M. M.LEVRAT, Assesseur
L.REVOL , Assesseur

PROFESSEURS HONORAIRES

M.M. COLLET, GUIART, PATEL, LEPINE, TRILLAT, MOURIQUAND, MAZEL, GARIN, GATE , MARTIN, GABRIELLE, SANTY .

PROFESSEURS

M.M.	HERMANN	Physiologie .
	CIBERT	Clinique urologique .
	PONTHUS (détaché à Beyrouth)	Physique biologique .
	DECHAUME	Clinique neuro-psychiatrique et hygiène mentale .
	ROCHET	Thérapeutique chirurgicale et chirurgie opératoire .
	CHAMBON	Chimie organique et toxicologie .
	WERTHEIMER	Clinique chirurgicale B .
	PAUPERT-RAVAULT	Clinique [illegible]icale B .
	FROMENT	Clinique et prophylaxie cardio-vasculaires .
	CROIZAT	Clinique médicale C .
	ENSELME	Clinique biologique et médicale
	MALLET-GUY	Clinique chirurgicale A .
	GUILLEMINET	Clinique de chirurgie orthopédique & de chirurgie infantile
	REVOL	Pharmacie galénique et matière médicale .
	POLLOSSON	Clinique gynécologique
	PIGEAUD	Clinique obstétricale .
	BOURRET	Médecine du travail .
	LEVRAT	Clinique médicale A .
	SOHIER	Hygiène et action sanitaire et sociale .
	DUCLOS	Clinique stomatologique .
	BERNHEIM	Clinique médicale infantile & hygiène du premier âge
	JOURDAN	Biologie médicale et pharmacodynamie
	NETIEN	Botanique et cryptogamie
	BERTRAND	Clinique chirurgicale C .
	BADINAND	Chimie analytique pharmaceutique .
	DREVON	Pharmacie chimique et pharmacologie .

M.M.	ROCHE	Médecine légale et déontologie .
	COUDERT	Parasitologie et pathologie exotique .
	MOUNIER-KUHN	Clinique d'Oto-Rhino-Laryngologie & d'Audio-Phonologie .
	PAUFIQUE	Clinique ophtalmologique .
	THIERS	Clinique de dermatologie, syphiligraphie & allergologie .
	BRUN	Clinique de pneumo-phtisiologie .
	CREYSSEL	Clinique traumatologique des membres .
	DARGENT	Cancérologie .
	GUICHARD	Anatomie pathologique .
	GIRARD Paul	Pathologie générale et expérimentale .
	LATARJET	Anatomie
	PEYCELON	Pathologie chirurgicale
	GIRARD Marcel	Thérapeutique .
	VACHON	Pathologie médicale .
	GALY	Physio-pathologie des voies respiratoires .
	KEHL	Histologie et embryologie .
	PAPILLON	Radiologie .
	JEUNE	Clinique des maladies infectieuses .
	GONIN	Hydrologie thérapeutique, climatologie & écologie sociale .
	MONNET	Bactériologie .
	BANSSILLON	Physiologie et pathologie obstétricales .

PROFESSEURS à TITRE PERSONNEL

M.M.	BERGER	Physique nucléaire appliquée à la médecine .
	DORCHE	Technologie pharmaceutique .
	CIER J.François	Physiologie
	BERTOYE	Bactériologie .

PROFESSEURS SANS CHAIRE

	ROMAN	Parasitologie .
	CHATONNET	Physiologie .
	CIER André	Pharmacie chimique & pharmacologie .
	PERROT	Chimie organique et toxicologie .

MAITRES de CONFERENCES-AGREGES

MEDECINE	FEROLDI	Anatomie pathologique
	CREYSSEL Roger	Chimie biologique et médicale
	DUROUX Emile	Anatomie .
	BRETTE René	Thérapeutique
	DUMONT Louis	Histologie
	THIVOLET Jean	Hygiène
	GARIN Jean-Paul	Parasitologie
	MORET Robert	Physique
	BOUCHET Alain	Anatomie
	TOMMASI Michel	Anatomie pathologique
	RIFFAT Georges	Hygiène
	JOUVET Michel	Pathologie expérimentale
	FAVRE-GILLY Jean	Hématologie .

PHARMACIE	ODDOUX Lucien	Botanique et cryptogamie
	MALLEIN René	Chimie analytique
	GRAS Jean	Chimie biologique
	PEYRIN Jean-Olivier	Physique

AGREGES en EXERCICE

GUINET Paul	Médecine générale
PONT Maurice	Médecine générale
VIGNON Georges	Médecine générale
REVOL Louis	Médecine générale
PLAUCHU Marcel	Médecine générale
TRAEGER Jules	Médecine générale
MARION Pierre	Chirurgie générale
MICHAUD Pierre	Chirurgie générale
JAUBERT-de-BEAUJEU Michel	Chirurgie générale
SAUTOT Jean	Chirurgie générale
GUILLEMIN Georges	Chirurgie générale
BURTHIAULT René	Obstétrique .
GIGNOUX Marcel	Oto-Rhino-Laryngologie .
FRANCOIS René	Pédiatrie .
FREIDEL Charles	Stomatologie .
DEVIC Michel	Médecine générale
DESPIERRES Charles	Médecine générale
De MOURGUES Georges	Chirurgie générale
FRANCILLON Jacques	Chirurgie générale
SAUBIER Eugène	Chirurgie générale
COLOMB Daniel	Dermatologie
COLIN Marcel	Médecine légale
TOLOT François	Médecine du Travail
GUYOTAT Jean	Neuro-Psychiatrie
SCHOTT Bernard	Neuro-Psychiatrie
DUMONT Martial	Obstétrique .
BONAMOUR Georges	Ophtalmologie
DURAND Louis	Urologie
GARDE Alexandre	Médecine générale
PERRIN André	Médecine générale
LARBRE François	Médecine générale
MORNEX René	Médecine générale
NORMAND Jean	Médecine générale
MARET Gilbert	Chirurgie générale
DESCOTES Jacques	Chirurgie générale
CHASSARD Jean-Louis	Electro-radiologie
ALLEGRE Georges	Neuro-chirurgie
HUGONNIER René	Ophtalmologie
FAYSSE Robert	Orthopédie
GAILLARD Jean	Oto-Rhino-Laryngologie
KALB Jean-Claude	Pneumo-Phtisiologie

A R E N E

A M E S P A R E N T S

A M E S G R A N D S P A R E N T S

A T O U S L E S M I E N S

A T O U S M E S A M I S

A notre Maître et Président de thèse

Monsieur le Professeur MOUNIER - KUHN

Il nous a toujours soutenue et encouragée avec la générosité et la bienveillance que tout le monde lui connaît .

Il a bien voulu nous admettre dans son équipe de l'Institut d'AUDIO-PHONOLOGIE et nous confier ce travail .

Nous lui devons beaucoup .

Qu'il trouve ici l'expression de notre sincère admiration et de notre vive reconnaissance .

A notre Maître

Monsieur le Professeur DECHAUME .

Il a bien voulu nous conseiller au sujet de la spécialité que nous avons choisie .

Nous le remercions de la confiance dont il fait preuve à notre égard en nous accordant une grande liberté de travail .

Nous lui sommes très reconnaissante de la grande bonté qu'il nous a toujours témoignée . Que ce travail contribue modestement à resserrer les liens qui unissent le service de NEURO-PSYCHIATRIE et L'Institut d'AUDIO-PHONOLOGIE en vue d'une collaboration que nous désirons chaque jour plus étroite .

Aux membres de notre Jury

Monsieur le Professeur agrégé Bernard SCHOTT .

Nous avons apprécié durant notre externat la qualité de son raisonnement et de son sens clinique,le climat de détente qu'il sait créer autour de lui par sa simplicité et sa grande maîtrise .

Nous avons particulièrement admiré son ouverture à toute proposition nouvelle , la profondeur et la cordialité de ses contacts humains .

La bienveillance qu'il nous a témoignée nous a souvent réconfortée et soutenue.

Qu'il trouve ici le témoignage de notre reconnaissance et de notre entier dévouement.

Monsieur le Professeur agrégé Jean GAILLARD .

Nous admirons beaucoup sa vivacité et son dynamisme, la sûreté de son sens clinique et sa dextérité opératoire .

Il nous a accueillie avec beaucoup de bienveillance et de gentillesse . Nous le remercions bien vivement de s'être intéressé à notre travail et nous l'assurons de notre respectueux attachement .

A NOS MAITRES DANS LES HOPITAUX

E X T E R N A T

Monsieur le Professeur E. POLOSSON

Monsieur le Professeur L. PAUFIQUE et Monsieur le Professeur Agrégé R.HUGONNIER .

Monsieur le Professeur P.MOUNIER-KUHN et Monsieur le Professeur agrégé J. GAILLARD .

Monsieur le Professeur H. THIERS .

Monsieur le Professeur J. DECHAUME et Monsieur le Professeur agrégé B.SCHOTT .

Monsieur le Professeur agrégé M. DEVIC .

Au Docteur Jean-Claude LAFON .

Nous admirons profondément son dynamisme intellectuel, l'étendue de ses connaissances, la rapidité et l'acuité de son jugement.

Il nous a beaucoup aidée dans l'élaboration de ce travail qui lui tenait à coeur et que sans lui nous n'aurions su mener à bien . Qu'il trouve ici l'expression de notre sincère reconnaissance .

Sa grande simplicité, son désintéressement, son inébranlable indulgence, la confiance qu'il nous a toujours témoignée, font qu'il est pour nous plus qu'un maître , un ami .

Au Docteur Guy CORNUT .

Il nous a initiée à la musique en même temps qu'à la phoniâtrie . Nous le remercions sincèrement et l'assurons de notre amitié .

Au Docteur Alain MORGON .

Il s'est intéressé à notre travail. Nous le remercions vivement de ses encouragements et de son aide amicale .

Au Docteur Jean-Pierre PRELOT .

Nous apprécions particulièrement son intelligence et la finesse de son jugement . Qu'il trouve ici l'expression de notre amitié .

à Messieurs les Docteurs L. BOURRAT, G. BOULLIAT

à Mademoiselle le Docteur M.ROCHE .

à Mesdames les Docteurs LEVIN-PACAUD et N.PASQUIER .

à Monsieur le Docteur J.M. ANGEL

à notre ami le Docteur J. MONTIBERT .

à Messieurs les Docteurs J.P. REBATTU, H.LAFON ,
J.BONNEFOY, J.FONTVIEILLE, H.CAJGFINGER, G.LESNE ,
R.CHARACHON, W.KARO, G.BILDE,L.FONLUPT, C.GERARD .

à notre amie C. de LUCA .

à nos camarades et amis de l'Institut d'AUDIO-PHONOLOGIE

à nos camarades et amis du service de NEURO-PSYCHIÂTRIE.

I N T R O D U C T I O N

" La nature a donné à l'homme une langue mais deux oreilles, afin qu'il puisse entendre deux fois plus qu'il ne parle "

EPICTÈTE .

L'audition, saisie dans ses aspects concrets, s'impose à l'esprit comme un ensemble fonctionnel, c'est " l'action de prêter l'oreille pour recevoir l'impression des sons " . Cette définition révèle la complexité du phénomène qui fait appel à des modalités diverses à la fois volitionnelles et physiques . Le système lui-même, substratum de la fonction auditive, présente une hétérogénéité qui rend difficile l'étude des perturbations de l'audition si l'on n'effectue au préalable l'analyse de ses éléments en s'efforçant d'appliquer à chacun les règles de son mode d'action propre . Appareil récepteur périphérique , voies de transmission et d'intégration du signal auditif , structures de l'identification du message, chaque partie de cet ensemble coordonné est régi par des lois particulières . Il n'est donc pas conforme à la raison d'appliquer à l'étude des atteintes rétrocochléaires que nous envisageons de faire, les termes, les paramètres et les lois utilisés pour l'oreille .

Avant tout il est nécessaire d'exposer ce que nous entendons par " atteintes centrales de l'audition " et de déterminer les notions indispensables à la compréhension des faits qui nous ont conduit à l'élaboration d'une méthode de diagnostic clinique des altérations auditives rétrocochléaires .

DEFINITION D'UNE ATTEINTE CENTRALE de L'AUDITION.-

Pris dans leur acception littérale, ces termes servent à nommer les lésions situées au niveau des centres nerveux du système auditif . Cette définition classique, apparemment sans équivoque ne permet pas toujours de classer les cas pathologiques . Si l'on ne retenait que ce qui est rigoureusement conforme au sens des mots, on ne devrait pas y inclure les altérations des voies de connexion . Aussi on entend habituellement sous ces termes les atteintes du système nerveux central influant sur l'audition, en somme ce qui est individualisable par l'exploration chirurgicale : l'atteinte centrale est définie par les données anatomiques, elle commence aux noyaux cochléaires .

Par contre si l'on ne se réfère pas à l'anatomie, cette distinction ne paraît pas totalement valable . Pourquoi exclure les lésions de la voie afférente aux noyaux cochléaires, alors qu'on ne distingue pas les voies des autres centres ? Et puisqu'il s'agit d'une fonction, puisque l'on parle d'audition, et non d'un système anatomique, avec quels critères physiologiques peut-on justifier cette distinction ?

Physiologie acoustique pour la cochlée, neuro-physiologie pour les voies et les centres sont deux aspects correspondants de la physiologie de l'audition . Le son ne progresse pas dans les fibres nerveuses, à partir de l'organe de Corti il existe un nouveau système de transmission du message, présentant ce que certains auteurs appellent un nouveau codage . Au changement d'organe correspond une modification totale des qualités physiques du signal . Les deux structures anatomiques oreille et nerf ne présentent entre elles aucune analogie fonctionnelle .

La distinction anatomique nerf auditif - centre bulbaire par contre ne correspond pas à une frontière physiologique . Il est impossible de distinguer par les méthodes d'exploration auditive ce qui relève d'une atteinte du nerf de ce qui répond à une lésion d'un noyau cochléaire .

L'élément périphérique de la fonction est cochléaire, l'élément central commence aux voies afférentes des premiers noyaux, sans qu'il puisse y avoir de concordance parfaite avec la terminologie anatomique .

- ATTEINTE CENTRALE et SURDITE .-

Une équivoque semblable apparaît lorsqu'on parle de surdité , surdité centrale, surdité corticale .

La surdité peut être définie comme une élévation du seuil de la perception tonale . Les altérations neurologiques entraînent des surdités de moins en moins marquées au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de la cochlée .

Surdité suppose mesure et paramètres fréquence-intensité ; elle se réfère donc à une systématisation acoustique . Par analogie étant donné la difficulté de distinguer deux altérations ayant la même répercussion auditive tonale, on étend valablement la notion de surdité à des atteintes rétrocochléaires . Allant plus loin certains auteurs nomment surdités corticales des perturbations qui n'ont plus rien de commun avec les données acoustiques .

Il apparaît donc que le terme " surdité " est insuffisant pour caractériser ces perturbations et que s'il existe une élévation du seuil tonal, ce symptôme n'est pas un critère déterminant d'une atteinte centrale comme il l'est des lésions cochléaires . L'empirisme qui fait extrapoler de la porte d'entrée à l'ensemble entraîne une extension, équivoque sur le plan de la physiologie, d'un terme originellement bien précisé .

Le facteur essentiel et constant dans les atteintes rétrocochléaires est une difficulté d'identification du message, qu'on peut appeler difficulté d'intégration, qu'il s'agisse d'un neurinome de l'acoustique ou d'une aphasie comme nous le verrons au cours de ce travail . La surdité peut en être un symptôme, primordial pour le diagnostic de localisation, ce n'en est jamais l'élément déterminant. Nous nous situons en effet dans un domaine où les paramètres fréquence et intensité n'ont plus de réalité, où ils sont devenus éléments de la sensation .

Il était indispensable de rappeler de façon sommaire les données nécessaires à la classification des atteintes de l'audition . Le premier chapitre est consacré à l'anatomie et à la physiologie du système auditif .

A partir de l'instant où l'on fait percevoir au sujet autre chose que des sons purs, où l'on fait appel à des paramètres linguistiques, seule la connaissance des structures du langage permet d'aborder une méthode de mesure utilisant des mots, c'est l'objet du deuxième chapitre .

L'élaboration du test au 3ème chapitre et son application clinique se réfère à des notions statistiques, il est en effet indispensable de préciser les variations cochléaires et d'éliminer les fluctuations des mesures indépendantes du système auditif .

Les exemples cliniques enfin permettent d'envisager les grandes lignes d'une systématisation physio-pathologique de l'audition.

ANATOMIE des VOIES AUDITIVES

Le son arrivant à l'oreille externe vient frapper le tympan . Sa transmission se fait par le jeu de l'oreille moyenne qui fonctionne comme un adaptateur d'impédance (+) ,de telle sorte que l'énergie mécanique transmise représente intégralement l'énergie sonore initiale

La réception des sons se fait grâce à l'oreille interne, qui est à la fois organe de conduction liquidienne et de perception par l'organe de CORTI .

Le message sensoriel est ensuite transmis par les voies nerveuses périphériques et les voies centrales jusqu'au cortex cérébral .

- VOIES et CENTRES AUDITIFS -

Nous avons choisi pour plus de clarté de décrire les voies auditives d'après le schéma classique à trois neurones :

- le premier neurone, périphérique, transmet l'influx nerveux de l'organe récepteur périphérique aux noyaux bulbaires cochléaires

- le second neurone assure la liaison entre ces centres primaires et les centres sous-corticaux thalamiques

- le troisième neurone transmet l'influx jusqu'au cortex .

LE NEURONE COCHLEO-BULBAIRE

I.- La cochlée :

La cochlée reçoit les impressions sonores et les transforme en influx nerveux . Elle comporte deux rangées de cellules ciliées com-

---

(+) l'impédance représente les forces d'empêchement dûes aux milieux de l'oreille agissant sur la vibration acoustique entre l'air et les liquides de l'oreille interne .

prenant chacune des cellules sensorielles et des cellules de soutien . Les cellules ciliées sensorielles sont de deux ordres : les cellules ciliées internes et les cellules ciliées externes .

- Des cellules ciliées internes partent, d'une part des fibres radiales à axones courts en contact avec un nombre restreint de cellules : elles apporteraient la notion de localisation précise du son ; d'autre part des fibres spirales longues innervant de nombreuses cellules qui renseigneraient sur les aspects globaux des stimuli sonores .

Ces cellules reposent sur la lame spirale osseuse . Elles joueraient un rôle dans la distinction fine des stimuli .

- Les cellules ciliées externes reposent sur la membrane basilaire et baignent dans le liquide endo-lymphatique . Des fibres spirales longues en partent . Elles serviraient à la perception globale des sons et pour TASAKI répondraient aux sons de faible intensité . Sensibles particulièrement aux traumatismes sonores elles sont plus fragiles que les précédentes . Il existe une spécificité certaine du déplacement de ces cellules selon les fréquences excitatrices .

Nous citerons l'existence au niveau du limaçon de fibres satellites empiétant sur les régions vestibulaires et cochléaires :

- fibres d'OORT joignant la spire basale du limaçon au nerf vestibulaire
- fibres de HARDY partant du saccule pour aboutir au nerf cochléaire . Pour A.WEBER, M.PORTMANN il s'agirait d'une voie afférente ; pour certains auteurs elles auraient une valeur sensorielle .

2.- Le ganglion de CORTI .-

Cordon de cellules nerveuses, le ganglion de CORTI occupe le canal spiral de Rosenthal, creusé dans la paroi de la columelle .

3.- Le nerf cochléaire .-

Constitué des fibres issues du ganglion de CORTI, il comporte environ 30.000 fibres . Il devient nerf auditif par accolement des fibres vestibulaires . Réuni au facial et à l'intermédiaire de WRISBERG en un pédicule commun, il parcourt le conduit auditif interne (8 mm), l'espace pétropontocérebelleux (2 cms) jusqu'au tronc cérébral où il pénètre par le sillon bulboprotubérantiel .

LA VOIE CENTRALE

- Le neurone bulbo-thalamique :

a) Le neurone bulbo thalamique prend naissance au niveau des noyaux bulbaires acoustiques qui sont au nombre de deux : le noyau ventral antérieur, le noyau latéro dorsal . Ce dernier possède une structure stratifiée identique à celle du cortex .

Les fibres qui parcourent ces noyaux sont d'une extrême complexité .

b) Les fibres afférentes :

La plupart proviennent du nerf acoustique, les autres sont d'origine inconnue . Ce sont les " fibres centrifuges " de Lorente de N O " Il existe également des neurones à axones courts qui auraient un rôle régulateur .

- Les fibres afférentes :

Ces fibres se rendent au tubercule quadrijumeau controlatéral , au centre auditif cérébelleux, à l'olive supérieure controlatérale et homolatérale, ou bien elles traversent la masse bulbaire jusqu'au noyau trapézoïde ou suivent les stries acoustiques sur le plancher du quatrième ventricule .

Elles peuvent ensuite emprunter trois voies différentes :

- hétérolatérale, du noyau du corps trapézoïde controlatéral elles se rendent au tubercule quadrijumeau du côté opposé par le lemniscus latéral ;

- homolatérale, elles se dirigent vers le tubercule quadrijumeau postérieur sans jamais passer la ligne médiane .

- du noyau du corps trapézoïde homolatéral, elles peuvent traverser le corps trapézoïde pour devenir controlatérales et se rendre au tubercule quadrijumeau correspondant .

Ces fibres font relais au niveau des noyaux du ruban de Reil .

c) Les tubercules quadrijumeaux postérieurs :

Les voies auditives chez les reptiles et les oiseaux s'y terminent . Ils ont donc chez ces animaux une valeur de cortex auditif .

Chez l'homme, on y trouve :

- les fibres provenant du ruban de Reil ,
- les fibres reliant les tubercules quadrijumeaux à leur homologue ,
- les fibres afférentes se dirigeant vers les corps genouillés, les tubercules quadrijumeaux antérieurs, les centres inférieurs .

d) Les corps genouillés internes :

Seule, la partie inférieure des corps genouillés internes, joue un rôle dans l'audition . Ils sont reliés entre eux par la commissure de GUDDEN qui aurait un rôle dans la représentation bi-latérale des influx auditifs .

Les radiations auditives, groupées en un faisceau aminci, se dirigent horizontalement et en dehors, vers le cortex cérébral . Elles passent au-dessus des radiations optiques venues du corps genouillé externe se dirigeant vers le lobe occipital .

VOIES AUDITIVES NON SPECIFIQUES

Il s'agit ici de fibres auditives passant, hors de la voie classique, par la formation réticulée du tronc cérébral et des fibres récurrentielles de connexions .

a) Au niveau de l'olive supérieure

CAJAL décrit (1909) cinq sortes de noyaux, dont la structure est extrêmement variée . Ce sont :

- l'olive supérieure
- l'olive accessoire
- le noyau du corps trapézoïde
- le noyau préolivaire interne
- le noyau préolivaire externe

S'y adjoignent les noyaux du lemniscus latéral et les noyaux olivo-cochléaires d'où partent les fibres récurrentes .

Les fibres afférentes viennent des noyaux cochléaires .

Les fibres afférentes sont mal connues . En dehors de celles qui constituent la voie principale, d'autres forment des liaisons avec les noyaux moteurs oculaire, facial, trijumeau en particulier pour l'oreille moyenne . Elles constitueraient des voies réflexes . D'autres fibres afférentes vont à la substance réticulée et à la bandelette longitudinale postérieure .

b) La voie extralemniscale

Son trajet est mal connu . Elle se fraie un chemin à travers un grand nombre de relais synaptiques passant par la substance réticulée du tronc cérébral .

c) Les voies auditives récurrentes

Ces voies forment un système de liaison des centres nerveux entre eux . Ce sont des fibres reliant : le cortex aux corps genouillés, aux tubercules quadrijumeaux, au lemniscus latéral,au corps trapézoïde; les tubercules quadrijumeaux postérieurs au lemniscus latéral; l'olive supérieure au noyau cochléaire et à la cochlée . Parmi ces fibres, la voie olivo-cochléaire (RASMUSSEN), encore mal individualisée anatomiquement naît du complexe olivaire supérieur et arrive à la cochlée par l'anastomose d'OORT se distribuant aux cellules ciliées internes de la cochlée (FERNANDEZ- M. PORTMANN) -

LE CORTEX AUDITIF

On y retrouve la même systématisation spatiale qu'au niveau cochléaire. Dans les étapes intermédiaires il existe une disposition intriquée très complexe où il est plus difficile de mettre en évidence une structure tonotopique .

Aire auditive primaire A I -

Les voies auditives se projettent à la face supérieure du lobe temporal cortical. Cette face,plancher de la vallée sylvienne,forme la circonvolution transverse de HESCHL. Cette zone correspond aux aires architectoniques 52 et41 de BRODMANN . Chaque aire auditive reçoit des fibres venues des deux cochlées, qui ont ainsi une représentation corticale dans chaque hémisphère . C'est une aire de localisation tonale.

Aire auditive secondaire A II -

Située à la bordure postéro-inférieure de l'aire I dont elle dépend étroitement (aire 42 de BRODMANN),elle est considérée comme le centre de la gnosie auditive . La zone Ep,ecto-sylvienne postérieure, décrite par J.ROSE,est incluse dans l'aire II .

Aire III (TUNTURI)

Située à la partie antérieure de la circonvolution ecto-sylvienne antérieure,loin de la zone AI et indépendante d'elle,l'aire III est une aire d'intégration d'informations sensorielles en rapport avec la régulation posturale .

Les aires SI S2 sont des aires somatosensitives en rapport avec l'audition .

On a décrit une aire suprasylvienne SS chez le chat (LOMBROSO-MULER)Ce serait une aire de recouvrement sensori-moteur permettant le réflexe cortical d'orientation vers l'origine spatiale du son .

- APPROCHES PHYSIOLOGIQUES des PROCESSUS AUDITIFS -

Nous étudierons maintenant les processus physiologiques qui font que les phénomènes acoustiques, hydrodynamiques, électriques et nerveux concourent à l'émission de potentiels d'action, significatifs du message sonore . Ce message sonore qui chemine par les voies décrites vers les centres supérieurs, déclenche l'activité nerveuse spécifique qui crée la sensation auditive .

A.- Méthodes d'étude .-

L'enrichissement de nos connaissances des fonctions nerveuses auditives s'est accompli grâce aux perfectionnements des techniques électro-physiologiques .

I.- Méthodes visant la localisation des phénomènes enregistrés par enregistrement graphique des potentiels électriques .

- les macroélectrodes enregistrent les effets d'ouverture et de fermeture, reflets de la mise en vibration de la cochlée et de l'arrêt de cette vibration ;

- les microélectrodes (leurs pointes ont des dimensions inférieures à 0,5 micron) peuvent enregistrer l'activité d'une seule unité nerveuse .

2.- Méthodes étudiant la répartition de l'activité en des points différents .

Ces techniques nouvelles sont intéressantes et sont de plus en plus utilisées . Elles étudient les variations à un instant donné de l'activité déployée par champs et son intégration dans l'espace et dans le temps, ainsi que la localisation des ilôts de repos et d'activité .

B.- Electrophysiologie - Résultats -

- I.- AU NIVEAU de la COCHLEE .-

Potentiel microphonique et potentiel nerveux

Au niveau de la cochlée, un son stimulant l'oreille d'un animal

entraîne dans la cochlée et dans les voies nerveuses la production d'une activité électrique qu'on peut recueillir sur une électrode placée sur la fenêtre ronde ou sur la cochlée . Cette activité électrique est de deux ordres :

- un phénomène microphonique , découvert par WEVER et BRAY, de même forme que le stimulus . Une électrode posée sur la fenêtre ronde permet d'enregistrer un phénomène électrique qui, amplifié et transposé dans un haut-parleur reproduit fidèlement la vibration acoustique incidente ;

- des potentiels d'action nerveux survenant après une latence de 0,7 ms à partir de l'application du stimulus .

Ces phénomènes peuvent être séparés grâce aux électrodes dites " différentielles " (TASAKI-FERNANDEZ) . Par cette méthode on a pu mesurer avec précision l'amplitude du potentiel microphonique à des emplacements différents de la spirale du limaçon . Elle varie avec l'emplacement considéré et avec la fréquence du son-excitant .

On a cherché à déterminer l'origine de ce potentiel microphonique : pour BEKESY la source de la plus grande partie du microphonique serait la différence de potentiel de repos ([illegible] mV) entre l'endolymphe du canal cochléaire et la périlymphe de la rampe vestibulaire . En effet, des expériences d'anoxie montrent que cette différence de potentiel diminue parallèlement au microphonique . Quoi qu'il en soit, il est désormais acquis que le mécanisme du phénomène microphonique est entièrement indépendant de la formation des réponses nerveuses. Il n'est qu'un épiphonème que l'on peut reproduire à partir de n'importe quelle membrane tendue dans une solution saline . D'autre part BEKESY a prouvé, en insérant une électrode vibrante dans le canal cochléaire d'un cobaye, que de multiples phénomènes microphoniques y sont engendrés. Le phénomène est donc banal : c'est le potentiel de membrane .

DAVIS et ses collaborateurs ont récemment mis en évidence l'existence dans le canal cochléaire d'un potentiel local qui continue à augmenter avec l'intensité de la stimulation sonore quand le phénomène microphonique a atteint son plafond . Ce potentiel est intermédiaire entre les phénomènes sonores et le potentiel nerveux . Ce serait un potentiel de sommation comparable à celui des plaques motrices musculaires . Il ne se propage pas mais déterminerait les potentiels d'action cheminant dans le nerf acoustique .

Analyse des sons dans la cochlée .

Les conclusions tirées d'expérimentations de BEKESY pratiquées

sur limaçon frais de cadavre humain permettent d'exclure définitivement l'hypothèse de la transformation directe, par tiraillement des fibres nerveuses, d'énergie sonore en énergie nerveuse .

L'onde vibratoire se propage à la membrane basilaire, comme un mouvement qui anime une membrane . Ce sont les liquides péri et endolymphatiques qui permettent cette propagation . Ce mécanisme de transmission réalisant l'analyse des fréquences : les fréquences basses se propagent jusqu'au sommet, entraînant la vibration de la membrane entière, les fréquences élevées se cantonnant à la base de la cochlée . C'est encore VON BEKESY qui met en évidence le déplacement en fonction de la fréquence sonore, du maximum de l'amplitude des oscillations de la membrane basilaire ainsi qu'une formation de tourbillons en cet endroit . Pour les très basses fréquences les fibres peuvent vibrer de façon synchrone avec l'influx nerveux . La totalité de la membrane basilaire entre en vibration .

Pour les fréquences au-delà de I.000 Hz (VOLLEY THEORY de WEVER) certains auteurs admettent un fonctionnement alterné des fibres, synchrone des influx .

Au-delà de 2.000 Hz, le pattern de vibration de la membrane basilaire varie selon la fréquence .

- 2.- AU NIVEAU DU NERF AUDITIF .-

Au niveau du nerf auditif, le problème essentiel est celui de la transmission des paramètres - fréquence intensité -

GALAMBOS et DAVIS, TASAKY (I954) utilisant les microélectrodes, déterminent les potentiels d'action parcourant une seule fibre à la fois .

I.- Ils constatent en premier lieu la spécificité des fibres aux diverses fréquences, cette spécificité semblant bien correspondre aux propriétés des régions cochléaires dont elles sont respectivement issues .

D'autre part, pour une intensité donnée (seuil), une fibre répond électivement à un spectre étroit de fréquence . Par exemple une fibre sensible à la fréquence 700 cs l'est également à des fréquences de plus ou moins I0 cs . Une autre fibre, sensible elle, à une fréquence de 7.000 cs l'est à des fréquences de plus ou moins I00 cs .

Il n'existe pas de fibre qui réponde électivement au-dessous de 400 cs (mais on doit ici tenir compte des difficultés d'enregistrement) .

Pour un stimulus de 800 cs, il peut exister une réponse synchrone du potentiel nerveux par rapport à la fréquence . Cette réponse synchrone n'est pas forcément l'expression temporelle de la fréquence . Pour des fréquences supérieures à I.000, il n'y a pas de synchronisation .

2.- On peut classer les fibres du nerf acoustique selon leur aptitude à répondre à des intensités sonores plus ou moins fortes . Il existe pour chaque fibre un seuil d'intensité . Une augmentation d'intensité se traduit par un rythme plus rapide des influx de la fibre excitée , ceci pour 35 à 40 db au-dessus du seuil de la fibre où le maximum des décharges est 400 par seconde .

A un stimulus d'intensité supérieure à 30 db au-dessus du seuil le nerf répond par une augmentation d'amplitude du potentiel d'action par mise en service d'un plus grand nombre de fibres . Certaines fibres végétatives répondent par des décharges allant jusqu'à 300 par seconde, quelles que soient l'intensité et la fréquence du stimulus .

Enfin il existe au niveau des fibres une activité spontanée de faible amplitude d'un rythme de IO c/s environ .

- 3.- LE MESSAGE DANS LE SECOND NEURONE BULBOTHALAMIQUE .-

On y retrouve la même spécificité des fibres aux diverses fréquences qu'au niveau de la cochlée et du nerf auditif . Chaque fibre répond à une gamme de fréquences dont la limite de sensibilité se traduit par la chute brutale du côté des hautes fréquences mais moins brutale pour les fréquences basses, alors qu'au niveau du nerf acoustique, il n'y a pas de limite à la réponse d'une fibre pour les fréquences basses (LEGOUIX) .

TASAKI, par la mesure des temps de latence des potentiels , KATSUKI et ses collaborateurs ont démontré que la gamme des fréquences spécifiques auxquelles répond chaque fibre, devient ici plus étroite par rapport aux fibres afférentes . On retrouve toujours cette même systématisation spatiale selon les fréquences après le passage des neurones au-delà des relais : noyaux du Ruban de Reil latéral, tubercules quadrijumeaux postérieurs, avec une spécificité fréquentielle de plus en plus étroite .

- 4.- DANS LES VOIES NON SPECIFIQUES .-

Noyaux de l'olive bulbaire supérieure . Les données physiologi-

ques sont, à notre connaissance, inexistantes sur leur rôle . Ils seraient un relais sur la voie auditive principale en même temps qu'un centre réflexe .

Voie extralemniscale de la réticulée et voies récurrentes .

L'étude de ces voies, réalisant des liaisons entre les différents centres nerveux, se complique du fait des difficultés techniques importantes, empêchant pour l'instant de conclure avec certitude sur les fonctions de ces connexions .

- La section des voies auditives classiques chez le chat endormi (MAGOUN et son école) épargnant la partie centrale du tronc cérébral n'empêche pas le réveil lors de l'intervention de stimulis sonores .

GALAMBOS en I956, stimulant le faisceau olivo-cochléaire du chat anesthésié ou curarisé (afin d'éliminer l'intervention des muscles de l'oreille stapedius et tenser tympani) obtient une dépression de la réponse électrique recueillie sur une électrode cochléaire, alors que le potentiel microphonique n'est pas modifié .

- DESMEDT réalise une expérience du même genre utilisant la strychnisation qui provoque le blocahe des inhibitions post synaptiques et la facilitation du phénomène microphonique . De la même façon il obtient une dépression de la réponse nerveuse tandis qu'augmente le potentiel microphonique .

- MAGOUN retrouve les mêmes phénomènes d'inhibition par excitation cette fois, de la substance réticulée .

Certains auteurs concluent à un contrôle des messages afférents par les voies récurrentes dès le premier relais bulbaire . Pour d'autres, elles pourraient réaliser certaines interactions à type d'inhibition ou de facilitation, s'exerçant sur les patterns d'activité spontanée des neurones, pour les modifier et organiser leur répartition en zones d'activité et de repos (LEGOUIX) .

On a voulu attribuer un grand rôle à la formation réticulée . En fait, elle agirait assez peu dans les phénomènes d'inhibition qui sont déclanchés au niveau du cortex . D'autre part, elle joue un rôle de contrôle moteur sur les muscles auriculaires, et un rôle dynamogène d'activation non spécifique . C'est cette fonction dynamogène que subirait le stimulus sonore dès l'étape afférente, entraînant l'action en retour, " le feed-back " d'auto-régulation .

5.- LE PROBLEME du CORTEX AUDITIF .-

I.- Expérimentation sur l'animal :

- En I890, MUNK décrit chez le chien décortiqué deux sortes de déficits auditifs : une absence de réactions aux stimuli sonores,qu'il appelle surdité corticale, et une perte de la signification des bruits qui est une agnosie et qu'il nomme surdité psychique .

Dès ce moment ,

- des expériences nombreuses tendent à prouver que l'ablation de tout le cortex auditif a toujours pour conséquence un déficit de l'audition ,

- déjà en I892 FLOURENS remarquait que ses animaux décortiqués étaient devenus sourds . Mais LUCCIANI note que 50 jours après la décortication, l'animal d'expérience réagit au son, et même localise parfaitement la source sonore (DUSSER de BARENNE) . Il lui est possible de récupérer l'aptitude à distinguer 2 tonalités et 2 intensités différentes, mais il est incapable de répondre à des stimuli plus complexes, qui exigent une sélection et une discrimination .

- PAVLOV en I927, après ablation bilatérale des lobes temporaux, note la conservation des réflexes conditionnés avec conservation du seuil de l'intensité sonore nécessaire au conditionnement . Ce conditionnement disparaît si l'on pratique à ce moment une décortication complète . De plus, celle-ci n'empêche pas le conditionnement simple .

Un chien décortiqué peut également récupérer un conditionnement antérieur à des sons de hauteur différente . Un chien conditionné à deux réflexes salivaires correspondant à deux sons de hauteur différente, ne perd pas ce conditionnement après décortication temporale bilatérale (BABKIN) . Mais il n'est plus question chez ce même animal de discrimination des variations de hauteur du son .

La décortication permet le maintien d'un réflexe conditionné de salivation à une stimulation sonore localisée . Ce réflexe est supprimé ainsi que tous les autres réflexes auditifs conditionnés, par l'ablation contemporaine des deux lobes temporaux et plus précisément des gyri sylviens . S'il s'écoule un intervalle d'un mois entre les deux interventions, le réflexe conditionné n'est pas modifié .

- BUTLER-DIAMOND et NEFF (I953-I957) font une étude analytique des différentes aires auditives,afin de déterminer leur participation

respective à la discrimination tonale .

- la lésion de AI ne change rien à la capacité discriminative sonore de l'animal

- la lésion partielle des aires I, II et III, avec conservation d'une zone minime de A II permettrait une nouvelle aptitude à la discrimination alors que la lésion complète des trois aires la supprimerait définitivement .

2.- Rôle respectif des aires auditives :

- L'aire auditive I est une aire de localisation spatiale .

TUNTURI a dressé une carte tonotopique du cortex chez le chien par la technique des potentiels évoqués au niveau de l'aire I, après excitation auditive périphérique par des sons purs . Il a dressé une carte des représentations spatiales corticales . Les localisations fréquentielles se présentent par bandes de 0,2 m/m de large à 5,7 m/m de haut . Ainsi on retrouve au niveau du cortex la même systématisation qu'au niveau cochléaire .

Cependant la technique des microélectrodes permet de penser que cette systématisation n'est pas aussi précise et qu'il existe une certaine intrication des neurones corticaux . Il y aurait simplement en certains endroits des groupes de neurones spécialisés dans la réponse à certaines fréquences ou bien à des sons brefs ou continus .

- L'aire auditive II est une aire d'association et probablement de gnosie . La conservation d'une partie de cette zone alors que le reste du cortex auditif est supprimé, est la seule qui permette à l'animal de réacquérir une certaine aptitude à la discrimination sonore.

Elle est relativement dépendante de l'aire I, subissant le contre-coup des réactions aux excitations appliquées à l'aire I .

D'autre part elle est le siège d'une activité électrique propre qui persiste après ablation de l'aire I (DOWMANN - WOOLSEY) . Mais la lenteur de développement et d'extinction de ses réactions sont typiques d'une aire d'association .

- L'aire auditive III serait une aire d'intégration sensorielle en rapport avec la régulation posturale (NICKLE - ADES - BREMER) . Ce n'est pas une aire d'association . Elle répond aussi en dehors des stimuli auditifs à d'autres stimuli hétérogènes, cutanés, vestibulaires, musculaires .

3.- Les données de la pathologie humaine :

L'observation des déficits auditifs corticaux dans la pathologie humaine est indispensable à notre tentative d'approche des mécanismes centraux de l'audition . En effet, la perception auditive chez l'homme est bien autre chose qu'une réponse réflexe à des sons élémentaires

Les lésions unilatérales

Une lésion unilatérale de l'aire auditive donne des troubles auditifs d'importance variable - généralement minimes - contrôlatéraux et transitoires .

- PENFIELD obtient par stimulation faradique de la première circonvolution temporale et des aires avoisinantes des réponses très diverses, à type d'hallucinations élémentaires, ou changement total de la signification des sons proposés : Interruption des sons, changement de tonalité qui peut être aiguë ou grave, acouphènes à type de sifflements, bruits de cloche, frémissements de feuillage . Les troubles sont généralement controlatéraux .

- Les hémisphérectomies, pratiquées pour hémiplégies infantiles conservent la perception des sons purs, avec légers troubles à prédominance controlatérale par rapport à la lésion .

- DANDY en I933 rapporte qu'une lobectomie droite ou gauche ne donne pas de troubles auditifs .

- GREINER constate après lobectomie temporale droite ou gauche une baisse auditive constante, mais transitoire, alors que d'autres auteurs trouvent, après cette même ablation, une audition normale .

- Après lésion temporale unilatérale, on a signalé un déficit de la localisation sonore et même des phénomènes d'alloesthésie auditive (le malade se tourne toujours du côté de sa tumeur, quel que soit le côté de la source sonore) .

- GRAHE en I923 observe sur 2I cas d'atteinte du cortex auditif, un déficit léger, transitoire ou définitif, controlatéral portant sur les perceptions de la voix aiguë et de la voix chuchotée .

- MARBURG-BRUNNER pensent que le déficit auditif pourrait provenir de la compression de la VIII° paire ou d'une stase labyrinthique.

- Une lésion non tumorale des régions pariétale et thalamique droites provoque une surdité de perception bilatérale plus importante à gauche (SALTZMANN - I949) .

- ALAJOUANINE et ses collaborateurs, sur 23 cas de lésions temporales gauches avec aphasie, détectentune seule surdité de perception bilatérale, L'oreille controlatérale serait la plus atteinte, mais la différence est si minime qu'elle est contestable .

Lésions bilatérales des lobes temporaux

Toutes les observations s'accordent cette fois à admettre l'existence de surdité totale bilatérale en présence de telles lésions . La conservation d'une partie même minime de la circonvolution de HESCHL suffit à conserver le potentiel auditif pour toute l'échelle tonale .

- La réfrigération au chlorure d'éthyl des circonvolutions temporales, pratiquées par HOFFet SILBERMANN chez les blessés de guerre provoque des troubles subjectifs divers : impression d'étrangeté vis-à-vis de sa propre voix, hyperesthésie des bruits parasites gênant la compréhension .

- Dans la destruction bilatérale du cortex temporal due à des lésions vasculaires (HENSCHEN) la surdité est totale et irréversible Mais l'intégrité d'une portion temporale même minime permet le rétablissement presque symétrique de la perception auditive tonale .

De même les lésions bilatérales isolant les aires auditives du reste du cortex sans que celles-ci soient directement atteintes, déterminent une surdité totale .

Dans la maladie de PICK (démence présénile correspondant à l'atrophie spécifique de certaines zones corticales) , l'audition est conservée jusqu'au stade ultime de la maladie, quand la dégénérescence est complète .

- CONCLUSIONS sur le ROLE AUDITIF du CORTEX .-

Des données d'expérimentation sur l'animal, il ressort que des lésions corticales bilatérales seules, provoquent quelques troubles auditifs tonaux . Mais le plus souvent elles paraissent maintenir les réflexes conditionnés aux sons ou permettent leur récupération dans un laps de temps plus ou moins long . Cependant l'animal ne récupère jamais un conditionnement à des stimulations sonores plus complexes , exigeant un processus de sélection .

METTLER a mesuré la perte auditive résultant de la décortication complète chez le chat en notant la variation du seuil des réponses conditionnées : la perte tonale due à l'ablation du seul cortex se chiffre à 30 db . La perte de 70 db enregistrée serait due aux lésions

sous-jacentes . Si l'aire auditive seule est détruite , on n'enregistre qu'une perte de IO à I2 db seulement .

Donc le cortex auditif n'est pas nécessaire à l'audition de sons simples . Il n'est pourtant pas un simple récepteur aspécifique des stimuli sonores déjà analysés dans les voies inférieures . Il est indispensable à l'aptitude discriminative des sons complexes ou finement différenciés .

Les conclusions tirées de la pathologie chez l'homme sont à peu près semblables . Sauf en ce qui concerne les lésions bilatérales dans lesquelles la surdité est toujours totale et symétrique . Donc, là encore, le lobe temporal se comporte comme un récepteuraspécifique, et seule une partie minime de celui-ci suffit à rétablir une audition pratiquement normale .

S'il en est ainsi pour ce qui est de l'audition tonale , nous verrons qu'il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de l'audition des sons complexes qui composent le langage, le cortex jouant alors le plus grand rôle dans l'évocation des images indispensables à sa reconnaissance formelle .

ETUDE NEURO PHYSIOLOGIQUE des
MODALITES de REPONSES de L'ORGANISME à un STIMULUS SONORE

- L'ATTENTION .-

L'attention est un facteur essentiel des modalités de réponse de l'organisme à un signal . Elle se manifeste par deux réactions :

- positive : réaction d'éveil, d'arrêt, d'intérêt porté au message significatif

- négative : inattention, distraction, indifférence vis-à-vis des afférences sensorielles concomitantes .

Dans le premier aspect, deux hypothèses peuvent être envisagées:

- ou bien tous les signaux parviennent au cortex qui fait le tri aménageant une zone privilégiée, réceptive vis-à-vis du signal choisi et attendu ,

- ou bien les messages subissent un triage à un stade plus précoce et seuls les messages significatifs parviennent au cortex .

Nous avions déjà posé le problème à propos du rôle de la substance réticulée . L'étude chez l'animal de "l'effet de nouveauté" que produit un stimulus sonore sur un fond silencieux, nous permet les constatations suivantes :

I.- On enregistre une réponse électrique de grande amplitude , non seulement dans l'aire corticale spécifique, mais encore dans la substance réticulée, le système diffus thalamique, le septum, l'hippocampe, les corps striés .

2.- Si l'on répète ce signal trois à quatre fois seulement , l'amplitude du potentiel, ainsi que sa diffusion diminuent, il se localise alors dans les aires spécifiques et dans la substance réticulée mésencéphalique seulement .

3.- Si l'on détourne l'attention de l'animal en expérience (chez le chat), vue d'une souris, odeur de poisson, choc douloureux sur la patte, on note une diminution importante de l'amplitude des potentiels évoqués dés le niveau du noyau cochléaire (HERNANDEZ-PEON, JOUVET , SCHERRER (I956) .

On a pu vérifier cette hypothèse chez l'homme au cours d'interventions neuro-chirurgicales, les sujets étant conscients et non anesthésiés (JOUVET-LAPRAS) . On enregistre, par une électrode bipolaire stéréo taxiquement orientée, des potentiels évoqués par des éclats lumineux au niveau des radiations optiques occipitales . On demande au sujet de compter les éclats lumineux et d'y " faire attention " .Puis, d'effectuer un calcul mental, de répondre à des questions posées : l'amplitude des réponses visuelles au stimulus diminue beaucoup et parfois la réponse disparait totalement .

Ce sont les stimuli douloureux qui entraînent les blocages les plus importants . Ces blocages conditionneraient la qualité de l'attention du sujet .

De ces expérimentations, il découle que :

I.- Une partie du message parcourt les voies de conduction spécifiques jusqu'au cortex bénéficiant de l'influence facilitatrice de la substance réticulée .

2.- Une partie du message diffuse dans les structures multisynaptiques centrales grâce aux voies non spécifiques .

3.- Il existerait de plus, un processus humoral de prolongation du message au sein de la formation réticulée par adrénalino-sécrétion.

Dans le processus d'attention à un signal sonore, tout se passe comme si le cortex fermait la porte aux autres afférences sensorielles

- L'HABITUATION .-

C'est la modalité de réponse à un signal répété . En effet , la répétition d'un signal non significatif, provoque l'arrêt de la réaction d'attention . Plutôt qu'un refus elle est une réaction d'indifférence à un signal devenu sans intérêt .

L'expérimentation électrophysiologique en montre les effets :

I.- Chez l'animal éveillé HERNANDEZ-PEON enregistre au niveau du noyau cochléaire les réponses électriques correspondant aux clics réguliers d'un métronome . Après une assez longue répétition, l'amplitude des réponses diminue sensiblement . Il ne s'agit pas d'un phénomène de fatigue, car plus l'intensité du signal est forte, plus l'habituation est longue à apparaître . Cette inhibition n'est pas due seulement à la répétition des clics, mais à l'état de veille de l'animal ; le cortex intervient par un contrôle spécifique du système d'éveil .

Après un grand nombre de répétitions apparaissent de nouvelles réponses corticales qui envahissent bientôt les formations réticulées sous la forme d'ondes lentes de grande amplitude, caractéristiques de l'endormissement .

C'est la réaction négative cette fois qui est facilitée , alors que pour les processus d'attention, la facilitation apparaît pour la réaction rapide positive .

2.- Chez l'animal endormi, lorsqu'un signal sonore sans signification, capable à lui seul de provoquer la réaction d'éveil, est répété, cette réaction d'éveil ne se produit plus . C'est ce qui explique notre habituation à un bruit qui se répète dans le temps (passage nocturne des trains, bruits de la rue, etc ...)

L'inhibition peut intervenir à plusieurs niveaux, mais il semble que c'est au cortex qu'incombe le rôle d'inhibition du système activateur de la substance réticulée ascendante . En effet, MAGOUN excitant certaines aires corticales obtient la même inhibition qu'au niveau de la substance réticulée, ainsi que BREMER, excitant l'aire IV non spécifique des réponses somesthésiques .

Donc l'habituation des réactions d'attention nécessite l'intervention d'un contrôle cortical .

- LE CONDITIONNEMENT .-

Le conditionnement représente une troisième modalité de réponse de l'organisme aux stimuli sonores . L'étude psycho-physiologique des processus qui en découlent va nous aider, dans une certaine mesure à comprendre le mécanisme de l'apprentissage symbolique qui est à la base de la structuration et de la compréhension linguistique .

- LE REFLEXE CONDITIONNE .-

Le réflexe conditionné tel que l'a décrit PAVLOV représente la forme la plus simple de conditionnement, premier pas vers la reconnaissance sensorielle auditive .

On applique à un animal un stimulus indifférent (un son) qui va devenir le stimulus conditionné, que l'on associe à un stimulus absolu (choc douloureux sur la patte) .

I.- Le stimulus indifférent est d'abord répété seul jusqu'à l'habituation . Il donne naissance au niveau du cortex à des réponses lentes, ne provoque plus de réaction d'éveil,le cortex inhibant le système réticulé activateur .

2.- Puis on associe les stimuli indifférent et absolu, un nombre de fois variable suivant l'animal d'expérience . Quand le réflexe de défense s'est établi, le signal conditionné fait apparaître une réponse dans l'aire corticale acoustique, en même temps qu'une réponse de l'aire sensorimotrice .

Donc le stimulus absolu qui suit le signal conditionné entraîne une réaction d'éveil qui laisse persister dans la substance réticulée un certain degré de facilitation . Lors de sa répétition le stimulus conditionné trouve la formation réticulée excitable . Il déclenche alors une réaction d'éveil, tandis que sa transmission est facilitée. C'est à nouveau une réaction d'attention .

Dans une deuxième étape : le stimulus conditionné ayant provoqué la réaction d'attention diffuse à travers l'ensemble du cortex .

Le signal absolu augmente l'excitabilité de l'aire spécifique . Lorsque cette excitabilité est suffisante, le stimulus sonore conditionné entraîne la réponse corticale et conduit à l'objectivation périphérique du réflexe, c'est-à-dire au retrait de la patte conditionnée .

- CONCLUSION -

A la lumière de ces faits psycho-physiologiques, nous pouvons compléter nos données sur le rôle des formations centrales dans l'audition .

La formation réticulée est nécessaire à l'apparition d'un conditionnement : sa destruction chez l'animal ne permet pas l'établissement d'un réflexe conditionné, la réaction d'éveil n'étant pas entretenue .

Pourtant elle n'est pas capable à elle seule de créer le conditionnement . Un animal mésencéphalique est incapable d'apprentissage.

Le cortex est indispensable à l'élaboration de ces processus . Il agit en étroite liaison avec la substance réticulée . Mais cette action semble diffuse, non spécifique, une plage minime de cortex frontal suffisant à remplir ce rôle .

- LES THEORIES de L'AUDITION -

De nombreuses hypothèses ont été échafaudées pour expliquer la transformation du message acoustique en sensation sonore .

- La théorie de la résonance d'HELMOLTZ .

Il admet que l'analyse des sons est périphérique : c'est la cochlée qui réalise l'analyse des fréquences, les sons graves faisant vibrer les " fibres longues ", les sons aigus les " courtes " chaque fréquence s'acheminant par des fibres nerveuses particulières .

Mais les recherches récentes n'ont pas confirmé cette théorie . La cochlée ne fait pas l'analyse des fréquences comme le ferait une série de résonateurs . Pourtant il existe bien un début d'analyse à ce niveau : on sait en effet que les fréquences les plus graves excitent la totalité de la cochlée, alors que les fréquences élevées n'excitent qu'une partie de sa base, et d'autant plus petite que la fréquence est plus élevée .

- Théorie téléphonique de fréquence .

C'est RUTHERFORD qui en est l'auteur (I880) . Pour lui la totalité de l'organe de CORTI entre en vibration pour n'importe quel son et il excite toutes les fibres du nerf auditif qui fonctionnant à la façon d'une ligne téléphonique, transmet intégralement le message acoustique . Ici l'analyse des sons est centrale et non périphérique.

La découverte en I930 d'un potentiel électrique recueilli par WEVER et BRAY donne un regain de faveur à cette théorie . Mais ne faisant que repousser le problème de l'analyse sonore au niveau des centres, cette théorie est complètement abandonnée, devant la découverte qui montre une modification progressive de la forme de la réponse électrique aux excitations mécaniques, tout au long de la voie auditive .

Récemment, SAUL & DAVIS distinguent potentiel microphonique (le phénomène de WEVER & BRAY), et potentiels d'action nerveux . Ces potentiels d'action ne peuvent suivre la fréquence du stimulus à cause de la période réfractaire des fibres, sauf comme nous l'avons dit déjà, pour les fréquences très basses .

WEVER formule alors sa théorie de la volée pour expliquer la transmission des fréquences élevées : en effet, une fibre ne pulse que

pour une fréquence basse . Au-dessus des limites de la période réfractaire de la fibre, il y a synchronisation de deux fibres, puis de plusieurs autres, qui pulsent alternativement . D'autre part la fréquence des influx augmente aussi avec l'intensité . Mais cette explication n'est pas suffisante . En effet, il est difficile de concevoir que le tissu nerveux puisse intégrer des rythmes aussi rapides et de toute façon que ces pulsations décalées dans le temps puissent être intégrées ensemble par un centre récepteur . D'autre part il existe une grande imprécision dans le synchronisme entre influx nerveux et stimuli sonores .

BEKESY en I928 construit une oreille artificielle dont les constantes respectent les propriétés essentielles de l'organe humain .Il met en évidence le déplacement en fonction de la fréquence des sons qui traversent l'appareil, un maximum d'amplitude des oscillations sur la membrane basilaire, avec formation de tourbillons à ce niveau .

Il conclut que la sensation de hauteur tonale est donnée par un maximum d'excitation à un endroit déterminé de la membrane basale . L'hypothèse est exacte pour les fréquences élevées, mais un son de fréquence basse fait vibrer une partie considérable de la membrane . Utilisant ces données, et une série d'expérimentations sur le masque au bruit blanc, H.FLETCHER en I930 établit un schéma de localisation de réception des sons sur la membrane basale et propose sa théorie du " pattern espace-temps " . Les ondes acoustiques sont donc intégrées au niveau cochléaire, où la membrane basilaire représente la " forme " suivant les deux paramètres espace et temps . Le lieu de l'annulation de la différence de phase a été calculé avec précision .

STEVENS et ses collaborateurs parvenant aux mêmes résultats expérimentaux, TUNTURI trouvant sur le cortex du chien une distribution tonotopique des fréquences, apportent également de bons arguments pour une théorie de localisation . Mais des difficultés d'interprétation subsistent en ce qui concerne les basses fréquences .

Toutes ces théories s'attachaient au problème de la transmission du son de la périphérie aux centres . Mais le problème du mécanisme de l'audition réside également dans l'interprétation centrale et les processus d'intégration des phénomènes perceptifs .

La théorie de l'information s'attache à comparer les messages nerveux auditifs à des messages télégraphiques, constitués de signaux élémentaires représentés par les potentiels d'action . Le message sonore est transformé au niveau de l'organe de CORTI en un système de signaux, sélectionnés au départ parmi un certain nombre de possibilités

constituant un code . La fonction d'intégration du cortex serait une fonction de " décodage " .

On a pu calculer la quantité d'informations maxima que l'homme peut percevoir et que son cerveau est capable d'intégrer . Elle est de 45.000 unités d'information par seconde, l'unité d'information étant la quantité d'information la plus petite susceptible de permettre un choix sans hésitation, dans une alternative .

Nous n'entrerons pas plus avant dans les détails de cette théorie qui nous propose des comparaisons entre pensée humaine et machines cybernétiques .

La théorie impulsionnelle repose sur un élément unitaire d'information : l'impulsion-unité . L'impulsion est à la base du concept de signal . En effet pour qu'un signal existe, il faut qu'il y ait une variation de l'état du milieu . La variation la plus simple étant l'impulsion, elle devient l'unité élémentaire et universelle de signal, donc de l'information . Les organes récepteurs ou émetteurs de signaux reçoivent et émettent des impulsions différentes qui représentent un nouveau codage du message . Fréquence et intensité acoustiques se traduisent par des émissions d'impulsions nerveuses dont les localisations et les rythmes sont signifiants . La reconnaissance du message s'effectue après cette adaptation, donc en dehors des phénomènes fréquentiels acoustiques .

Le problème de la physiologie de l'audition n'est donc pas encore parfaitement clair . Pourtant les théories actuelles ont le mérite d'avoir replacé la physiologie auditive au sein des autres physiologies sensorielles dont elle s'individualisait par un mécanisme physiologique singulier et d'avoir cherché à expliquer son fonctionnement par les grandes lois connues de la physiologie nerveuse .

DE L'IMAGE au CONCEPT
APPROCHE des STRUCTURES LINGUISTIQUES

Le message sonore, une fois transmis et remanié tout au long des voies auditives, est soumis à l'activité intellectuelle du cortex cérébral qui prend ici toute son importante . Les éléments informatifs sont sélectionnés , choisis et ordonnancés sous l'impulsion de la pensée et du besoin social fondamental de communication . Les formes acoustiques vont se charger de signification . L'individu, soumis aux conditionnements successifs qui sont à la base de son apprentissage, établit un rapport entre les objets et leur image sonore ; il apprend à la reconnaître et à la reproduire . Ainsi se constitue le langage qui va s'ordonnancer, se structurer et sera rendu socialement utilisable grâce aux processus conventionnels de la langue soumise aux règles de la sémantique et de la syntaxe . Elle est véhiculée par la parole, qui en est la forme expressive . L'étude des atteintes centrales de l'audition nous conduit à l'étude des désordres qui se rapportent à la reconnaissance du message organisé en une forme verbale .

I.- IMAGE - SYMBOLE - CONCEPT .-

I.- L'IMAGE ACOUSTIQUE .-

L'image du message acoustique a son point de départ dans les fibres nerveuses cochléaires . La cochlée donne du stimulus sonore une réalité formelle, modelée sur la membrane basale suivant une certaine " forme " plus ou moins mouvante . Cette forme, résultant de l'addition d'ondes acoustiques successives, est intégrée suivant les propriétés mécaniques cochléaires . De là nait l'image acoustique première étape de la perception auditive . Les composantes physiques de l'onde originelle - fréquence intensité - s'effacent, se transforment en un mouvement complexe grâce au pouvoir d'intégration de la cochlée . Dès que le message a franchi la cochlée, il n'est plus question de l'étudier sous l'angle de l'acoustique physique . Il s'agit désormais d'un stimulus sensoriel semblable aux autres .

La notion de " forme modelée cochléaire " (J.C.LAFON) explique en partie le problème du masque . Si à un bruit de fond , on ajoute un son quelconque, il ne sera perçu que s'il provoque un certain changement de forme, grâce à la mise en service d'un nombre de fibres suffisant pour que ce changement soit identifié par le cortex . Ce qui se projette sur le cortex est donc beaucoup plus l'image de CORTI, que celle des qualités physiques des sons, puisque celles-ci sont intégrées dès la membrane basilaire . La première notion d'une image acoustique se situe sans doute au niveau du cortex primaire . A ce niveau le fait déterminant est la synthèse de la forme adaptée par le système nerveux et non pas l'analyse de ses éléments constitutifs puisque les mêmes éléments peuvent donner naissance à de nombreuses formes différentes (BOCCA) .

- Intégration auditive .-

Cette " forme " est donc le résultat de l'intégration tout au long des circuits nerveux, de l'image de l'onde acoustique originelle. Le pouvoir d'intégration est une propriété générale . J.C.LAFON la définit comme étant le résultat de la " superposition dans un même système et au même moment de deux phénomènes éloignés dans le temps et l'espace " . C'est cette potentialité fondamentale d'intégration qui rend possible dans le système nerveux la comparaison de deux signaux, donc une prise de conscience de la valeur significative de la "forme", constituant une première démarche vers la connaissance .

- Images significatives et non significatives .-

L'onde sonore devenue image doit parvenir jusqu'à la conscience. Les mécanismes de la fonction gnosique commencent dès les premières jonctions neurologiques .

La prise de conscience est avant tout reconnaissance, au milieu de bruits indifférenciés, d'un message significatif . Il y a passage d'opérations de type perceptif à des opérations de type discriminatif. Pour qu'un message soit significatif, il faut pouvoir comparer la structure acoustique qui le compose à une autre, antérieurement reconnue et qui a pris valeur de symbole . L'intégration est ici comparaison au moment présent de deux images acoustiques, l'actuelle que l'on suppose porteuse de signification, et une image, qui s'est déroulée dans un passé plus ou moins proche, reconnue comme significative . Cette comparaison, premier pas vers la connaissance, met en jeu des processus psychologiques nombreux d'attention, d'habituation, de conditionnement, de mémorisation, etc ... dont nous avons vu précédemment la signification sur le plan de l'expérimentation physiologique .

Par le jeu de ces processus, nous apprenons à différencier les sons significatifs des bruits environnants .

L'attention

Un son d'une certaine intensité déclanche chez le nourrisson une réaction instinctive d'éveil qui facilite le message et crée, par la mise en circuit des processus mémoriels, un système de référence . Associé à certains états affectifs, il sera reconnu et identifié de plus en plus facilement .

Les troubles de la reconnaissance sont parallèles aux troubles de l'attention . Lorsqu'il existe une inattention pathologique chez l'enfant instable, arriéré, il y a une diminution des possibilités de reconnaissance . Mais inversement l'individu qui réfléchit, s'absorbe dans son travail, dans ses pensées, fermant la porte aux afférences sensorielles, présente également une diminution de son intégration . Tout se passe comme si le non entraînement de l'attention auditive provoquait une régression des possibilités de fixation de l'attention aux stimuli auditifs .

Une source d'intérêt puissant nous rend inconscient d'autres stimuli extérieurs . Par contre, si l'attention doit être soutenue longtemps, nous devons aider au blocage des signaux parasites en mettant en jeu toutes les possibilités de l'activité volontaire .

Les motivations psychologiques sont également capables de capter l'attention rendant significatif un bruit à peine distinct du bruit ambiant : tel la mère réagissant au soupir de son enfant .

Habituation

Au contraire l'enfant s'habitue à ne plus écouter ce qui ne lui apporte aucune satisfaction . L'habituation apparaît comme l'aptitude " à ne pas prêter attention à un signal sans signification " (JOUVET) Elle nous permet de résister aux multiples sollicitations auditives de la civilisation moderne .

Un message apparaît d'autant plus significatif, il a une valeur d'information d'autant plus grande, qu'il est moins susceptible d'être rencontré par hasard, c'est-à-dire qu'il n'est pas attendu, ou qu'il n'a pas été soumis à l'habituation . Dans le choix entre significatif - non significatif , l'habituation représente une économie d'énergie, car nous cessons de réagir aux stimuli sonores qui se sont déjà répétés un certain nombre de fois et se répètent encore de façon régulière. En effet, en devenant stable un message devient en quelque sorte probable, attendu, donc non signifiant . L'habituation supprime la connaissance de l'information .

Conditionnement

Le conditionnement est à la base de l'apprentissage auditif. Le petit enfant, tel l'animal d'expérience, réagit au son qu'il a antérieurement associé à une satisfaction végétative alimentaire par exemple . Progressivement le conditionnement s'étend à toute une gamme de sons présentés un grand nombre de fois ayant une valeur attractive par association à des états affectifs . La sensation sonore est donc le résultat d'un ensemble complexe de conditionnements successifs .

Les processus de mémorisation

Il est aisé de comprendre leur rôle dans l'apprentissage sonore. En effet, une première étape de mémorisation doit entrer en action lorsqu'il s'agit de choisir entre image significative et non significative . Lorsqu'un son sans signification a été plusieurs fois répété , la mémoire intervient par le processus d'habituation, afin que ce stimulus n'ait plus d'action d'éveil chaque fois qu'il est reproduit .

Dans le conditionnement, on distingue trois processus différents de mémorisation .

I.- Il permet de redonner une valeur réactionnelle à un stimulus habitué, de façon à le déshabituer, c'est la naissance du réflexe conditionné .

2.- La répétition, au niveau de la conscience, de l'association stimulus sonore - image significative, fait intervenir un second processus mémoriel qui permettra une sollicitation immédiate préférentielle des aires intéressées où l'excitabilité est augmentée, soit par l'aiguillage antérieur, soit grâce aux processus d'attention .

3.- Enfin, un troisième aspect de mémorisation entre en jeu lorsqu'il s'agit de préserver de l'oubli l'information acquise . Cet aspect de mémoire à longue échéance, reflet de la propriété de plasticité de l'organisme, reste pour l'instantinaccessible à l'analyse . Des études récentes ont mis l'accent sur les hypothèses des " bases moléculaires de la mémoire " (KATZ I950 - ECCLES I953) .

Donc l'intégration auditive se fait tout au long des voies nerveuses selon des processus psycho-physiologiques déterminés par les propriétés des systèmes multisynaptiques constituant les circuits mémoriels, qui permettent l'identification de la forme, à une forme symbolisée .

II.- LA SYMBOLISATION .-

Mais il ne suffit pas d'avoir appris à sélectionner les images acoustiques et de les savoir douées de signification . Encore faut-il être capable de les reconnaître . Il s'agit ici d'établir un rapport entre l'image acoustique et ce qu'elle représente . Le mot " arbre " n'est manifestement pas l'arbre lui-même, mais un symbole qui représente l'arbre . L'image acoustique va prendre valeur de symbole c'est-à-dire qu'elle deviendra non seulement un signe auquel est attaché une signification, mais un signal capable de déclancher chez l'individu une réaction disproportionnée au stimulus originel : par exemple , un simple appel peut déclancher une réaction d'orientation et d'investigation .

La symbolisation naît d'un désir de communication .

Les formes ne veulent dire que ce que nous avons appris qu'elles disent. La compréhension du symbole est étroitement liée à l'apprentissage. En effet, le symbole formel est arbitraire : un objet peut être représenté par plusieurs symboles. Au contraire l'objet lui-même n'est pas arbitraire mais universel .

Les symboles seront donc en général des stimuli arbitrairement associés aux objets .

Le rapport de reconnaissance objet-symbole nécessite pour s'établir l'activité de toutes les fonctions psychologiques du cortex, capable d'augmenter l'individualisation des images formelles. Dès ce stade sont mises à contribution les possibilités intellectuelles des sujets, d'intelligence, de rapidité d'assimilation, de finesse discriminative .

D'autre part,l'expression gestuelle,la mimique,les sensations cinétiques et cinesthésiques viennent renforcer de façon importante chez le jeune enfant l'individualisation des symboles .

Cette étape de symbolisation représente une première tentative d'abstraction . Dès lors il n'est plus question d'intégration auditive mais d'activité psychologique et psycholinguistique . Nous avons donc passé insensiblement de l'opération perceptive à l'opération expressive . Les symboles vont se grouper en des ensembles plus ou moins complexes et s'organiser en vue de leur utilisation fonctionnelle dans le langage .

III .- LE CONCEPT .-

Désormais, les images acoustiques, intégrées et mémorisées sont organisées en unités symboliques innombrables .

La mémoire - selon la loi bien connue du moindre effort - se refusant à se les rappeler toutes, les fonctions intellectuelles vont élaborer un système de " recodage " nouveau et facile à retenir, capable de représenter les mêmes éléments d'information que la juxtaposition d'une multitude de symboles . C'est l'acte de naissance du concept . Il est le résultat d'une abstraction . Le concept est instrument . Il va nous permettre de comprendre le monde, de communiquer avec nos semblables . Les nouvelles abstractions et les nouveaux concepts sont acquis lentement, grâce à l'accumulation graduelle d'expériences et de connaissances diverses . Les concepts nous donnent la possibilité de disposer des objets de notre expérience . Ils représentent donc un processus constructif qui, pouvant être répété à l'infini, enrichit notre connaissance du monde . Ils économisent la pensée en condensant en eux une possibilité indéfinie de jugements . Ils substituent au désordre des sensations individuelles, le monde d'échange des perceptions communes .

L'animal était capable de symbolisation . Là s'arrêtent ses possibilités d'abstraction . L'intelligence humaine, elle, élabore des concepts par lesquels les esprits entrent en contact les uns avec les autres et avec le monde où ils évoluent . Le concept est une construction faite du point de rencontre des intelligences entre elles . Il est l'instrument nécessaire à l'expression de l "idée" , fruit du travail de la pensée " . Le concept qui est d'origine intellectuelle est tout de suite clair au moins pour un esprit qui pourrait donner l'effort suffisant, tandis que l'idée issue d'une intuition, commence d'ordinaire par être obscure, qu'elle que soit notre force de pensée" (BERGSON) .

Nous voici bien loin des notions de fréquences et d'intensité de la sensation sonore qui présidaient à la formation des images acoustiques . Celles-ci se sont désormais organisées structurées de façon à constituer le support de l'activité idéatoire . Mais il reste bien entendu que ces trois étapes - image, symbole, concept - loin d'être successives dans le temps, sont simultanées et sans cesse confrontées.

II.- DEFINITION des ELEMENTS du LANGAGE .-

Entre l'étude du langage et celle de la parole dans la recherche des éléments qui permettent d'en effectuer l'analyse, il existe une opposition de raison, qui paraît irréductible, entre la continuité de l'émission phonétique et la discontinuité du symbolisme phonologique.

La parole émise est constituée de sons dont la modulation présente une continuité dans le temps . Lorsqu'on prononce le mot " maman " il n'existe aucune interruption acoustique . A l'audition du mot par contre nous réalisons qu'il y a quatre éléments phonétiques distincts m - a - m - an . La continuité acoustique évoque une discontinuité phonologique par la succession des phonèmes sans que l'on puis se attribuer au phonème une place précise . La concordance entre un son complexe et un phonème est une convention linguistique, un rapport précis entre l'image mentale et la structure physique étant toujours discutable . Cette opposition parfaitement pressentie par les linguistes semble être insuffisamment dominée lorsqu'ils définissent la phrase, le mot, la syllabe, le phonème, etc ...les données concrètes s'enchevêtrent de façon inextricable dans les éléments abstraits qui les justifient .

Un fait acoustique phonétique ne peut être réalisé que dans la mesure où il existe un symbolisme commun à l'auditeur et au locuteur, l'expression est inéluctablement liée à l'idéation . L'inventaire des unités exprimées dans la parole ne peut se concevoir, sans une correspondance mentale . Quand nous prononçons le phonème / a / celui-ci possède à la fois une existence acoustique et une essence psychique . L'image mentale, conditionnée préalablement par l'audition de l'ensemble acoustique, paraissant être l'élément déterminant toujours indispensable, l'analyse du langage devrait précéder celle de la parole . Mais il est plus facile de passer du concret à l'abstrait, de ce qui est accessible physiquement, à l'idée que nous nous en faisons . En réalité la confrontation des deux systèmes physique et psychique doit être continuelle, tout en distinguant leurs règles propres .

La complexité des ensembles nous amène à penser que si l'on cherche , comme le font la plupart des phonéticiens et des linguistes, une définition qui englobe l'expression physique et l'élaboration mentale, on aboutit à un " à peu près " . Il n'existe pas et ne peut

exister de pondération ++ parfaite de l'une à l'autre : les nécessités de l'expression, des mécanismes physiologiques, font apparaître des faits physiques inéluctables qui, tout en étant nécessaires à la parole et régulièrement présents ne sont pas commandés par le langage .

Nous pensons en conséquence que, pour définir les éléments unitaires du langage, il est indispensable de distinguer le fait mental du fait acoustique en établissant ensuite une concordance (qui ne pourra jamais être une égalité) . L'univers abstrait et l'univers concret se côtoient, se contrôlent réciproquement, n'existent que l'un par l'autre, et sont toujours plus ou moins présents l'un dans l'autre . Les besoins de l'analyse imposent cependant une distinction car il n'existe pas de mesure commune .

I.- La parole désigne la forme expressive par laquelle l'homme extériorise sa pensée ," c'est une affirmation de la personne, d'ordre moral et métaphysique " (GUSDORF) . Elle est constituée de sons émis et modulés par l'articulation . Son étude est accessible directement à l'analyse objective puisqu'elle peut être captée par un appareillage, elle peut également être effectuée de façon subjective par la sensation auditive d'un observateur .

2.- Le langage est la fonction psychologique dont la parole représente l'expression . Son existence est liée au système d'expression d'une communauté humaine . Il est individuel et sert de base à la formation de la pensée qui ne peut se structurer sans son aide . Ce qu'on appelle langage intérieur ne comporte pas d'émission sonore mais est une transposition sur le plan cérébral des messages acoustiques . Il ne s'ouvre pas sur l'extérieur, mais permet à la pensée - qui sans lui resterait informulée - de s'ouvrir à la conscience individuelle . Il rend donc possible l'expression de la pensée vers des constructions idéatoires .

Son usage produit dans cette communauté un système conventionnel la langue,qui prend valeur d'institution sous l'aspect d'un vocabulaire et d'une grammaire communs qui s'imposent à l'individu . La langue est un phénomène social .

++ estimation mentale d'une corrélation .

3.- Le phonème désigne l'image mentale d'un phénomène acoustique, c'est un concept, unité de mesure du langage . L'idée que nous nous en faisons est proche de celle que s'en font ceux qui ont la même langue que nous . C'est un symbole-étalon d'ordre social mais non psycho - physiologique . Sa représentation dans la parole est constituée par les expressions phonétiques, réalisations acoustiques qui, perçues par un auditeur, évoquent des structures déterminées du langage . Ces structures sont représentées par les mots . Un mot est généralement formé de plusieurs phonèmes - lorsque plusieurs mots ne diffèrent entre eux que par un seul phonème, celui-ci devient indispensable à la reconnaissance de chacun de ces mots : c'est un phonème " caractéristique " .Si la confusion de ce phonème avec un autre change la signification du mot , il est dit " hautement caractéristique " . Par exemple, le mot "touffe" peut être confondu avec " touche " ou " tousse " . Si le phonème n'est pas très bien perçu, la probabilité de la réponse dépend de la disponibilité du mot, c'est-à-dire que le mot répété sera le premier venu à l'esprit du sujet . Sur le plan acoustique et articulatoire, le phonème n'existe que sous forme de variations acoustiques d'opposition entre les timbres . Parmi ces variations, les silences constituent également des valeurs phonétiques d'opposition .

L'identité de l'expression acoustique et du phonème n'est habituellement pas réalisée . Le phonème, entité symbolique conventionnelle " oppositive, relative et négative " , n'est pas employé pour le décodage de la parole . C'est un élément de la langue, référence unitaire du langage .

4.- La syllabe par contre ne fait pas partie de la langue.C'est une particularité expressive de la parole, un phénomène essentiellement physiologique . Elle est dictée par l'intensité sonore et l'état articulatoire, c'est une unité de phonation . L'auditeur identifie la syllabe à la variation d'intensité acoustique . Elle fait partie de la mélodie de la phrase phonétique, mais n'est pas une réalisation linguistique . La syllabe comporte un maximum d'intensité correspondant habituellement à une voyelle , elle groupe plusieurs points d'articulation dans un mouvement en général continu de l'expression acoustique.

5.- Le point d'articulation des organes phonateurs détermine une série de cavités dont les résonances éveillent chez l'auditeur une image phonétique . Le passage d'un point d'articulation à l'autre entraîne la formation de transitions acoustiques phonétiques qui constituent les éléments de la syllabe . Ces transitions représentent la véritable expression phonétique ; comme l'ont confirmé les statistiques transitionnelles . L'identification du phonème dépend souvent de ces transitions.

Un phonème ouvert augmente l'audibilité . Même si le phonème n'est pas présent par son point d'articulation, mais simplement ébauché , la transition permet à l'auditeur d'identifier néanmoins le phonème .

6.- Ce sont les transitions phonétiques qui donnent à la langue sa singularité phonologique et en quelque sorte sa ligne mélodique . En effet, les particularités phonétiques des langues reposent beaucoup plus sur les modes articulatoires que sur la nomenclature des phonèmes . La transition phonétique appelle l'image symbolique mais ne la remplace pas . Elle est le support de l'expression phonétique et de l'évocation du symbole, mais ne peut servir à la structure d'un système symbolique .

Une série de syllabes forme un " groupe de souffle " représentant une phrase phonétique . Cette dernière est une unité de parole ; un élément constitutif du langage .

La phrase phonétique évoque, sans qu'il y ait une correspondance littérale, une entité abstraite, la phrase composée de mots agencés suivant les règles de la syntaxe . La première répond au langage, la deuxième à la langue .

Le langage est une fonction psycho-physiologique . Il s'exprime par la parole qui présente une hiérarchie de degrés : phrase phonétique, syllabe transition articulatoire et acoustique, point d'articulation .

La langue est un phénomène conventionnel et social dont les éléments phrase, mot, phonème servent de référence au système précédent.

Le phonème, unité linguistique, est le plus simple des éléments de référence du langage .

La mesure de la parole émise et entendue pourra donc valablement être basée sur les faits psycho-physiologiques et sur les expressions acoustiques correspondant au phonème .

- SON DEVELOPPEMENT -

Il est aisé de retrouver au cours du développement du langage chez l'enfant, les différentes étapes de la structuration linguistique . Ce développement est conditionné à l'échelon de l'individu par la maturation progressive du système nerveux, bien que celui-ci contienne dès la naissance, toutes les potentialités du langage . Il dépend, de plus, étroitement du contact constant avec le milieu humain.

I.- L'image acoustique . -

A la naissance, l'expression phonique de l'enfant se résume au cri . Ce cri n'est d'abord qu'un réflexe nociceptif qui s'accompagne d'une activité musculaire importante dont l'effet sera inhibiteur des processus douloureux ressentis par le bébé .

Puis très vite, le cri se nuance, devient significatif de désir non satisfait, de sensation désagréable d'inconfort, et d'appel à l'entourage .

Les vocalisations deviennent de plus en plus complexes et il est classique à ce stade de parler de lallations, balbutiements et de modulations vocales . Elles sont le reflet d'une activité ludique, sans valeur expressive . L'enfant explore seulement ses possibilités d'activité motrice volontaire . Il n'établit pas encore de rapport entre ce qu'il entend et ce qu'il reproduit . Il produit en effet des phénomènes qui ne sont pas imitatifs .

Pourtant, l'enfant commence à différencier les schémas acoustiques qui lui parviennent . Il reconnaît les voix familières ; leurs variations, de timbre, d'intensité deviennent significatives . Il associe aux bruits qui l'environnent, toutes sortes de satisfactions végétatives . L'apprentissage des images sonores s'élabore grâce aux processus du conditionnement .

2.- Le symbolisme verbal .-

Après une phase de compréhension pure, l'expression linguistique commence à faire son apparition . D'abord constituée de quelques formules simples, de mots que l'enfant entend très souvent : papa, maman, dodo,bébé, etc ... et qu'il emploie avec des significations différentes, chaque mot prenant valeur de phrase : c'est le stade du " mot - phrase " des classiques .

3.- La fonction sémantique .-

C'est alors que l'enfant apprend progressivement à différencier de façon de plus en plus fine le rapport des mots et des objets qu'ils représentent, la fonction des mots étant de transmettre un son . C'est la période de l'acquisition du vocabulaire et de l'apprentissage phonétique Les structures phonétiques se conçoivent alors de façon globale . Ce n'est que progressivement par association et différenciation que l'enfant apprend l'individualité des mots . Il est aidé dans cette différenciation par le geste imitant l'action désignant l'objet , par la mimique et les mouvements des lèvres, facteurs de fixation de l'identité symbolique . Le phonème ne sera perçu en tant qu'unité de langage qu'au moment de la scolarité où l'apprentissage du symbole graphique vient contribuer à la fixation de l'image phonétique . L'acquisition de l'acuité de discrimination phonétique qui va permettre la reconnaissance fine des phonèmes même déformés se poursuit encore longtemps pendant l'âge scolaire .

La fonction sémantique est encore relation entre le concept et l'image acoustique du signe, nécessitant un certain niveau de potentiel d'intégration . Pour faire face à ce problème de la signification , l'enfant met en jeu toutes ses possibilités psychiques .

Il commence à associer deux images mentales, celle du nom - la forme acoustique signifiante - celle du concept signifié ou sens . L'élaboration de cette notion associative nécessite une maturation psychique suffisante . Elle est le résultat de l'apprentissage des conventions attachées à la " langue " .

La relation signifiante entre le mot et ce qu'il représente s'acquiert lentement progressivement tout au long de ces différents stades. Cette découverte linguistique peut se produire au contraire de façon brutale et spectaculaire, comme l'a montrée récemment au public, la relation théâtrale de l'observation bien connue d'Hellen KELLER ++

4.- Fonction syntaxique .-

Elle comporte l'élaboration des relations formelles entre les si-

---

++ dans la pièce " Miracle en Alabama " de William GIBSON (Théâtre HEBERTOT à Paris)

gnes, indépendamment des choses qu'ils expriment et des sujets qui les emploient . Il ne s'agit plus ici du sens d'un mot mais du sens que ce mot prend dans la phrase, c'est-à-dire du sens des constructions formées par des combinaisons de mots . Il s'agit également ici de l'apprentissage des relations entre les signes et non plus d'association entre les signes et les choses . La fonction syntaxique introduit la notion de l'action exercée : " Pierre mange une pomme " : L'action est effective et actuelle (temps, mode)

La signification est ici de nature relationnelle .

---

pour lui instruments de pensée : il ne peut agencer les mots en phrases, éprouve de grandes difficultés à manipuler les formes grammaticales, à utiliser les articles, les prépositions .

Aphasie de réception .-

Le test d'articulation peut être entièrement normal . Le malade entend, est capable de répéter, mais le message acoustique qu'il perçoit ne contient plus un nombre d'informations suffisant pour être compris . D'autre part, la moindre complication extrinsèque du message accroît encore ses difficultés de reconnaissance . Si par hasard, dans le mot entendu, un seul phonème est compris, le phonème vocalique par exemple : le malade pour comprendre doit deviner le reste du mot . En effet, le nombre d'informations reçues n'est même pas suffisant pour circonscrire ses recherches . Il lui reste donc peu de chances de trouver juste . Ces chances peuvent s'accroître lorsque le mot est placé dans une phrase, ou encore lorsqu'il est aidé du geste et de la mimique de l'interlocuteur . Une difficulté du même ordre apparaît chez le malade lorsqu'il doit reconstituer la forme expressive du mot à partir des phonèmes qui le composent .

En effet, la surdité verbale est une agnosie, l'impossibilité de reconnaissance des mots en tant que signes audibles conventionnels. Elle ne comporte pas de trouble perceptif élémentaire. Il n'y a pas d'hypoacousie (ou si elle existe elle est indépendante) mais des troubles de l'identification consciente.Pourtant, si les perceptions sensorielles élémentaires sont conservées,les perceptions complexes sont perturbées .

Les malades atteints de surdité verbale ont perdu la compréhension de la parole parlée. Mais le langage intérieur semble conservé : l'écriture spontanée, la lecture sont possibles . On note également un certain degré d'inattention, d'indifférence de ces malades aux stimuli sonores . Les mots sont perçus sans ordre spatial ou temporel,sans intonation ni modulation rythmique normale .

LES TROUBLES PSYCHIQUES et INTELLECTUELS dans l'APHASIE .-

L'aphasie sensorielle est le plus souvent accompagnée d'un déficit intellectuel concomitant, touchant le langage intérieur . A la détérioration de l'exécution linguistique se surajoute :

- d'une part, une difficulté globale à résoudre les problèmes et à former les abstractions .

- d'autre part un trouble le plus souvent important de la fonction mnésique .

La perte de ces processus d'abstraction et d'association met le malade dans l'impossibilité de passer d'une situation à l'autre , de dresser un plan en plusieurs étapes, d'embrasser une succession de faits, d'images ou d'actes, d'en voir deux ou plusieurs aspects simultanés .

Devant cette difficulté d'utilisation des abstractions,le malade ne peut s'intéresser qu'aux situations particulières et concrètes.Seul le domaine de la pensée concrète qui a trait au réel, est conservé . Cet handicap abstractif et mnésique atteint donc de façon sérieuse non seulement les processus d'expression verbale, mais aussi les processus de la pensée abstraite, formulée, symbolique, qui utilise le langage comme véhicule .

L'acquisition ou la synthèse de nouveaux symboles verbaux lui devient difficile, souvent impossible .

Les processus psycho-physiologiques d'attention,d'habituation,de conditionnement sont perturbés ; la nécessité d'un effort psychique constant pour suppléer à cette carence, jointe à un trouble plus ou moins important de l'activité volontaire et à une grande fatigabilité, concourent à une détérioration intellectuelle particulière portant sur le langage, que seule une rééducation bien menée pourra améliorer .

- CONCLUSION .-

Ainsi nous retrouvons dans ce chapitre de la détérioration du langage les différents processus de son élaboration . Les fonctions complexes de l'élaboration linguistique - sémantique, syntaxique- sont les premières touchées dans les altérations pathologiques .Les images verbales simples, depuis longtemps acquises et habituées, composant le langage automatique du sujet sont souvent conservées pouvant donner l'illusion d'une atteinte modérée .

Les troubles agnosiques sont les résultats de lésions corticales et sans doute sous corticales . Aux troubles déficitaires lésionnels s'ajoutent des troubles de l'intégration auditive . Ceci nous amène à penser avec de nombreux auteurs que l'aphasie est un déficit global et non localisé, et avec OMBREDANNE, qu'elle est "une perturbation dynamique, un ensemble de lacunes se produisant dans l'intégration progressive des impressions acoustiques dans une série chronologique et non le résultat d'un déficit statique localisé " . En effet,la destruction des seules zones dont l'exclusion entraîne les aphasies gnosique ou praxique pures n'amène pas un déficit intellectuel comparable (MORIN) .

LES MESURES de l'ETAPE AUDITIVE de la CONNAISSANCE

La complexité du système auditif et la difficulté d'en distinguer par l'exploration clinique les étapes successives, oblige à considérer l'audition dans son ensemble . Quel que soit le mode de mesure de la perception d'un stimulus acoustique, la réponse nécessite une intervention psychique, dont l'interférence peut être suffisamment importante pour dénaturer le résultat purement acoustique.Quand on mesure en audiométrie tonale le fonctionnement cochléaire,on fait appel aussi à la reconnaissance du son et au désir du sujet de fournir une réponse précise . Si dans la recherche du seuil de perception d'un son pur , l'identification est réduite à un acte élémentaire donc peu perturbable , il n'en va pas de même en audiométrie supraliminaire où le simple entraînement du sujet testé fait varier la préci sion de la réponse dans de larges limites .

Dans la mesure de l'identification de messages acoustiques très complexes, singulièrement avec la parole, interviennent des mécanismes psychiques et psycho-linguistiques qui peuvent compenser une déficience du système auditif . Inversement une atteinte périphérique masque un déficit conjoint des mécanismes d'identification, la forme de la réponse ne permettant pas toujours d'imputer la perturbation relevée à la cochlée ou à une difficulté gnosique .

- AUDIOMETRIE TONALE LIMINAIRE .-

L'audiométrie tonale permet de connaître la perte auditive d'intensité à des niveaux de fréquences déterminés, représenté le plus souvent par le do de chaque octave . On obtient ainsi une courbe chiffrant la perte auditive en décibels . Lorsque le sujet présente une difficulté d'appréciation du seuil, la mesure du seuil peut être améliorée par l'interruption et la reprise alternative de l'émission sonore . C'est l'audiométrie au son interrompu . Un son interrompu est en effet plus audible qu'un son continu : l'intensité absolue d'un son continu étant d'une connaissance plus difficile que celle de la variation d'intensité de cette valeur . L'interruption et la reprise représentent en électrophysiologie les effets " on " et " off" qui déclenchent dans le système nerveux des potentiels évoqués globaux . Comme nous l'avons déjà mentionné - ces potentiels qui diffusent hors des voies auditives dès le tronc cérébral, constituent une sorte de

facteur d'éveil de la perception sonore, favorisant ainsi le passage des signaux dans les voies spécifiques . Ce système d'audition au son interrompu constitue un système d'audition plus élémentaire que l'audition fréquentielle . Il entre dans le cadre des effets végétatifs des sons .

- AUDIOMETRIE SUPRALIMINAIRE -

Les épreuves supraliminaires nous renseignent sur les distorsions de la sensation sonore . Utilisés normalement pour la mesure des distorsions cochléaires, donc pour le diagnostic différentiel des atteintes de l'oreille et des voies auditives, ces tests reflètent dans certains cas les altérations neurologiques .

- distorsions de la sensation de hauteur ou paracousies . Dans la diplacousie, le malade ne perçoit pas la même sensation de hauteur sonore dans les deux oreilles . L'évaluation de cette distorsion comporte trop d'incertitude si l'on considère les difficultés d'examen devant les variations physiologiques et psychologiques individuelles;

- distorsion de la sensation d'intensité . L'oreille pathologique peut percevoir une différence d'intensité inférieure à celle d'une oreille normale traduisant un " recrutement " . L'oreille est alors plus sourde à faible intensité qu'à forte intensité .

- Test de LUSCHER- ZWISLOCKI -

Ce test permet de chiffrer en décibels un seuil différentiel,la plus petite modification d'intensité perçue par l'oreille .Normalement à 40 décibels au-dessus du seuil d'audition, cet écart est d'environ I décibel .

On recherche le seuil différentiel à l'aide d'un son modulé . Si l'intensité de modulation du son est au-dessous du seuil différentiel, le son modulé est perçu comme s'il était continu .

Lorsqu'à l'épreuve de LUSCHER l'augmentation de l'écart est de plus de 2 décibels, le malade testé présente une difficulté d'estimation des faibles variations d'intensité . Il s'agit d'une atteinte gnosique et non plus d'une lésion cochléaire .

- Test de DENES et NAUNTON -

On compare pour la même oreille, 2 sons de même fréquence, et

d'intensité différente, émis alternativement et séparés par un temps de silence dont on réduit progressivement l'écart d'intensité jusqu'à ce que la différence ne soit plus perceptible .

- Test de BEKESY -

Un audiomètre spécial permet de mesurer la largeur d'estimation du seuil d'audition qui, en cas de recrutement est mieux précisé,donc plus étroit que normalement .

- Test de FOWLER -

Il consiste à comparer pour une fréquence donnée la différence des niveaux d'intensité sonore entre les deux oreilles . Cette épreuve est plus facile que les autres épreuves supraliminaires . Mais elle n'est possible que chez les malades atteints de surdité à prédominance unilatérale, la différence entre les deux oreilles devant atteindre au moins 25 décibels, afin de permettre la comparaison . Un écart de 50 à 60 décibels interdit également l'épreuve . On aurait en effet latéralisation du son émis de l'oreille sourde vers l'oreille la meilleure .

Il y a recrutement lorsque l'intensité subjective de l'oreille la plus sourde rattrape progressivement l'oreille la meilleure, quand on augmente d'une quantité égale l'intensité d'émission sonore à partir du seuil des deux oreilles .

Il peut arriver que l'oreille sourde, dès que la zone du seuil est dépassée, perçoive l'intensité de manière identique à celle de l'oreille la meilleure . Il s'agit d'un recrutement brusque au niveau d'un seuil au-dessus duquel l'intensité est normalement perçue . Ce phénomène " tout ou rien " se rencontre en particulier dans les altérations neurologiques périphériques . Dans ce cas, les autres tests de distorsion cochléaire - le test de BEKESY en particulier - sont normaux .

Donc, lorsque l'atteinte acoustique est cochléaire, le test de LUSCHER montre un seuil différentiel abaissé pour l'oreille sourde, le test de FOWLER est également perturbé ainsi que la mesure de la largeur du seuil . Pour affirmer l'origine cochléaire d'une surdité il est nécessaire d'avoir au moins deux de ces tests positifs .

Un recrutement et une difficulté d'intégration peuvent se masquer mutuellement au test de LUSCHER = le recrutement abaisse le seuil et la difficulté de reconnaissance l'élève . Le test de LUSCHER ne

montre un seuil anormalement élevé que dans les lésions neurologiques hautes : le test de FOWLER peut être positif dans les lésions neurologiques paracochléaires .

- Test mono-auriculaire de REGER -

C'est le test de FOWLER effectué sur la même oreille mais cette fois entre deux fréquences pour lesquelles l'écart entre les pertes auditives se chiffre au minimum à 30 db . Cette épreuve est difficilement praticable de façon courante, car elle demande au malade un entraînement auditif peu commun .

- AUTRES EPREUVES SUPRALIMINAIRES UTILISEES -

Nous avons rassemblé dans ce paragraphe une étude rapide des différents tests d'audiométrie tonale, proposés en vue d'une diagnostic des atteintes centrales de l'audition . Ces tests s'appuient généralement sur des théories séduisantes, mais le plus souvent les résultats cliniques sont décevants .

- Recherche des temps de réaction .-

Depuis 1954, R.CHOCHOLLE a cherché à mesurer le temps de réaction à l'apparition du stimulus tonal, à ses variations de fréquence et d'intensité, à la cessation de ce stimulus . Les résultats de ces mesures ont montré que les temps de réaction mesurés chez des malades présentant un recrutement étaient relativement courts . Le recrutement étant incompatible avec les lésions auditives centrales , l'auteur conclut que l'allongement du temps de réaction peut permettre de suspecter une lésion centrale .

- Etude du seuil différentiel d'intensité .-

R.CHOCHOLLE remarque également que le seuil différentiel d'intensité augmente en présence d'un son controlatéral invariable et de même fréquence et qu'il diminue en présence d'un son controlatéral invariable et de fréquence différente . Donc un son de même fréquence appliqué à l'oreille opposée a un effet inhibiteur puisqu'il produit une diminution de la sensibilité différentielle ; et un son de fréquence différente aurait un effet facilitateur (surtout si la fréquence est plus grave) produisant une augmentation de cette même sensibilité .

MASPETIOL- SEMETTE- MATHIEU - HECAEN appliquant ces données théoriques à la clinique, ont mis au point deux tests :

- la recherche du " temps d'identification " utilisant différentes fréquences à une intensité supraliminaire toujours identique ;

- l'étude non verbale de l'intégration biauriculaire, utilisant la recherche du seuil différentiel d'intensité .

Les variations mesurées dans les cas pathologiques par les temps de réaction ne sont pas significatives cliniquement, sauf pour quelques observations où ces temps de réactions sont très différents à l'oreille gauche et à l'oreille droite .

- Test basé sur l'étude de l'adaptation et de la fatigue auditive .-

Ce test est d'un intérêt réduit dans cette étude des atteintes auditives centrales . Ces phénomènes se rencontrant à la fois et avec une variabilité tout aussi importante chez l'individu normal ou pathologique .

- Test directionnel d'orientation .-

MATZKER, NEFF, SANCHEZ-LONGO, FORSTER ont étudié les perturbations de la localisation sonore . Elle serait due à un trouble d'intégration . Mais ici encore, l'interprétation des résultats ne donne pas entière satisfaction dans leur application clinique .

- Test dit " d'adaptation " ++ de SORENSEN .-

Il s'agit de la disparition de la sensation auditive d'un son continu maintenu à un niveau confortable pendant un certain laps de temps, variable selon les sujets . Lorsque la sensation sonore a disparu, on augmente l'intensité jusqu'à un nouveau seuil de perception et on note à nouveau la durée de cette perception . On porte les résultats sur un graphique, l'axe des ordonnées étant celui des pertes en décibels, l'axe des abcisses celui des temps .

++ En fait il s'agit d'une forme anormale d'habituation .

Plus l'habituation est rapide et plus on doit augmenter l'intensité pour que réapparaisse la sensation sonore , plus l'atteinte auditive a des chances d'être centrale .

Pour éviter qu'on ne découvre " une surdité " dans ces cas , il est indispensable de mesurer le seuil d'audition au son interrompu, il est, en général, subnormal .

Ce test , confirmé par quelques unes de nos observations personnelles, nous a paru intéressant comme test d'appoint .

- AUDIOMETRIE VOCALE -

L'audiométrie tonale est nécessaire mais insuffisante au diagnostic d'atteinte auditive centrale qui ne peut être porté de façon valable, qu'avec un ensemble d'épreuves se confirmant mutuellement . L'audiométrie vocale rend compte des possibilités d'intégration .

- Tests de BOCCA .-

BOCCA et ses collaborateurs ont eu le mérite de vouloir mettre en évidence que les troubles centraux de l'audition comportent non seulement une atteinte de la " perception " auditive mais une atteinte de son " intégration " .

Ils introduisent dans leurs tests un élément de distorsion qui, nécessitant une certaine possibilité d'attention et de discrimination de la part du sujet interrogé, va permettre de chiffrer l'atteinte auditive centrale .

Ces tests sont basés sur la loi dite de la " redondance " . Le message linguistique contient une quantité d'éléments informatifs très supérieure à celle qui lui serait indispensable pour être reconnu . Partant de ce principe, on admet que le mot garde toute sa valeur informative, même si les neurones chargés de le transmettre sont, en partie du moins, fonctionnellement atteints . Mais si l'on altère le spectre du mot, alors qu'il existe une lésion centrale, la possibilité de discrimination s'en trouve diminuée d'autant .

Matériel vocal utilisé :

I.- Des listes de IO mots de 2 syllabes sont présentées au sujet testé, atténuées progressivement par un filtre passe-bas de 500 Hz

2.- La voix interrompue : On fait entendre au malade des phrases brèves, de signification simple, émises à un niveau confortable (40 db au-dessus du seuil) et à une vitesse donnée . Les phrases sont interrompues périodiquement (Les temps de silence et d'émission du message étant égaux) et émises à différents rythmes . Ce procédé revient à supprimer une partie des éléments informatifs contenus dans le message de façon à augmenter l'effort de suppléance fourni par les

centres ; ce surcroît d'effort n'étant possible qu'en cas d'intégrité fonctionnelle parfaite .

3.- La voix accélérée : On fait entendre au patient des phrases de six mots à un rythme accéléré . L'accélération est produite par un magnétophone à rotation variable . L'augmentation de la vitesse conduit, comme dans les autres épreuves, à la diminution des possibilités de discrimination .

4.- Test de mémoire verbale : On fait répéter au sujet testé des phrases de longueur variable, pouvant mettre en évidence des troubles de la cohésion temporelle .

5.- Tests de déformation sémantique : Ils emploient des phrases au sens imprévisible ou des phrases sans aucun sens .

6.- Tests de la sommation et de l'intégration bi-auriculaire : On effectue les tests vocaux ordinaires en audition biauriculaire ; le premier écouteur transmet des mots simplement atténués, le message arrivant à faible intensité, mais non déformé . Dans le second écouteur, le message est à bonne intensité mais déformé, le matériel verbal étant filtré .

7.- Test de la perception des messages parlés simultanés : On fait résumer par le malade un des discours entendus simultanément dans chaque oreille à des intensités différentes .

Nous n'aborderons pas ici l'étude critique de ces tests qui présentent un intérêt certain mais variable suivant le but recherché. Le test de la voix déformée semble être le plus valable dans le dépistage des lésions des aires auditives du cortex . D'une manière générale ils font appel de façon importante à la suppléance linguistique et sont donc soumis à ses défaillances .

- Test d'intégration vocale binaurale de MATZKER .-

Ce test est basé sur l'existence d'une synchronisation de tous les éléments auditifs sensoriels au niveau du tronc cérébral, centrede

l'olive bulbaire et corps genouillés . Cette synchronisation est telle que les deux cortex temporaux reçoivent simultanément l'image auditive formée de la fusion des deux perceptions sonores reçues par les deux oreilles . MATZKER fait donc entendre au sujet testé deux bandes de fréquence rendues incompréhensibles séparément par des procédés de filtrage, le texte redevenant parfaitement clair en audition binaurale . Mais les causes d'erreurs tenant au sujet testé (mémorisation, quotient intellectuel, suppléance mentale), sont importantes et, malgré son intérêt certain pour les lésions basses des voies auditives, ce test n'est guère applicable en clinique .

- Le test phonétique .-

La mesure de l'intégration auditive doit éliminer par des épreuves comparatives l'influence des facteurs acoustiques cochléaires et ceux des diverses formes de la compensation psycho-linguistique . Il s'agit en effet de connaître le fonctionnement des voies neurologiques rétrocochléaires par lesquelles s'effectue l'intégration du message, de distinguer la structuration des images acoustiques des élaborations conceptuelles du langage . Comme aucun élément n'est cliniquement isolable, le message-test doit franchir la mécanique cochléaire, les circuits neurologiques, il doit également être identifié, enfin être reproduit oralement ou graphiquement ou être signalé par geste . Pour tester l'ensemble du système auditif il est préférable de choisir un message dont l'identification de la structure met en jeu les mécanismes les plus fins, il est donc utile de s'adresser à l'identification de la parole .

- LE TEST PHONETIQUE - ++

La mesure de l'audition de la parole est entreprise depuis une cinquantaine d'années avec les travaux des Ingénieurs des Télécommunications . Les premiers travaux de CAMPBELL, puis ceux de CRAUDALL sur la composition de la parole et plus récemment ceux très importants de FLETCHER, ont permis de définir les caractères physiques et statistiques du message et d'en mesurer sa perception . Orientés surtout vers la recherche de la netteté de la composition acoustique significative et l'intelligibilité pour un individu normal, ces études ont servi de base pour la construction de tests applicables à l'individu sourd . L'audiométrie vocale fait appel, dans le test d'intelligibilité, à des mots choisis en fonction des critères statistiques de répartition des phonèmes de la langue et des notions de variation de la perception des mots suivant l'intensité que nous a apportésla téléphonométrie .

Les moyens employés pour juger la qualité des appareils de transmission des messages acoustiques servent donc à mesurer cet appareil particulier qu'est l'oreille . Les résultats obtenus présentent un intérêt singulier pour l'adaptation prothétique et le contrôle du fonctionnement cochléaire aux intensités supraliminaires pour lesquelles l'audiométrie tonale ne nous apporte que des indications limitées souvent difficilement interprétables . Mais ces épreuves ne permettent de juger valablement que le rôle de la cochlée : la compréhension doit être normale pour ne pas dénaturer la signification des résultats obtenus . Les mots employés sont simples, non équivoques, connus du sujet testé afin de rester en deçà des variations individuelles et de pouvoir attribuer une valeur acoustique et sociale aux déformations rencontrées .

Lorsqu'on s'adresse aux perturbations provoquées par des lésions des voies auditives ou par des difficultés psycho-linguistiques, il est nécessaire au contraire de se dégager des variations acoustiques instrumentales et cochléaires pour ne juger que l'altération des mécanismes centraux . Les moyens mis en oeuvre doivent permettre de mesurer l'intégration phonétique indépendamment de l'organe récepteur périphérique, et du comportement linguistique du sujet,donc des suppléances possibles données par la grammaire,la syntaxe, la mémoire,les associations d'idées, l'ordonnance du langage . Nous nous trouvons cependant dans l'obligation d'utiliser un message pour lequel le sujet est conditionné,donc des mots de notre langue, des phonèmes et des passages phonétiques usuels en français .

++ Ce test est connu sous le nom de Test de J.C.LAFON qui l'a décrit en I956 .

- BASES THEORIQUES de la MESURE -

Un test destiné à mesurer la compréhension d'un sujet, dans la limite des mécanismes de l'intégration auditive, doit répondre à un certain nombre de critères :

- La mesure doit être effectuée avec un élément unitaire aussi simple que possible -

- Les unités employées ne doivent pas être mémorisables pour pouvoir être répétées plusieurs fois, donc comparées -

- Les erreurs possibles doivent pouvoir se manifester avec une probabilité suffisamment grande pour faire apparaître même des variations physiologiques -

- Les déformations acoustiques physiologiques ne doivent pas influer sur les résultats afin de distinguer les surdités cochléaires des atteintes des voies auditives .

- La structure linguistique -

Le discours peut se décomposer du point de vue phonologique en éléments de plus en plus restreints : phrases, mots, syllables, phonèmes . Chacun de ces éléments pourrait être utilisé pour un test de mesure auditive, ils le sont tous d'ailleurs .

La difficulté majeure à laquelle on se heurte quand on s'adresse à la phrase, réside dans l'extrême redondance de l'expression linguistique dont nous avons précédemment parlé . Lorsque nous entendons une phrase, nous n'identifions réellement que quelques éléments acoustiques qui suffisent à évoquer la texture linguistique et à comprendre le message apporté par la parole . Même si cette phrase a perdu de sa netteté acoustique, les possibilités de suppléance permettent une reconstitution, à tel point que nous avons l'impression d'avoir tout perçu, ayant rétabli mentalement la totalité de la structure acoustique, il est également difficile d'analyser ce qui est déformé . Un léger défaut d'articulation n'est en général pas remarqué par qui n'est pas entraîné à l'observation phonétique auditive . Un sourd pour les sons aigus fait peu d'erreur d'identification malgré la perte d'une quantité importante de signes acoustiques . De même s'il n'existe qu'une perturbation légère du système auditif ,

un test de phrases ne permet pas de la mettre en évidence, sauf cependant si la compréhension du langage est elle-même perturbée , mais il est alors impossible de faire la part des perturbations linguistiques et auditives .

Un test d'audition peut être au contraire basé sur l'unité phonologique la plus petite, celle pour laquelle la suppléance mentale extra auditive joue le moins, sur le phonème .

Mais il est difficile de prononcer tous les phonèmes isolément, les consonnes sourdes en particulier ; le petit nombre d'éléments , la facilité de la reconnaissance de quelques-uns d'entre eux réduisant encore le nombre utilisable, l'impossibilité de s'en servir pour des tests comparatifs, ne permettent guère d'élaborer à partir du phonème une méthode de mesure précise autorisant le diagnostic topographique d'une perturbation .

Nous avons vu d'autre part que le phonème isolé n'est pas une entité physiologique, il ne représente donc pas une unité d'expression ou de perception ; seul le passage phonétique, la transition , telle qu'elle a été définie précédemment est véritablement l'élément perceptif le plus simple . Pour le faire apparaître, il faut grouper les phonèmes, il faut donc les utiliser soit dans des syllabes ,soit dans des mots . Si la syllabe est une unité d'expression donc de parole elle n'est pas représentative d'un système d'identification phonologique, il est donc nécessaire d'utiliser des mots .

En téléphonométrie on emploie des mots sans signification : les logatomes . L'entraînement prolongé indispensable pour s'habituer à ces mots d'aucune langue et les transitions peu usuelles souvent rencontrées ne permettent pas leur utilisation clinique ; il faut se servir des mots de la langue du sujet testé .

Les mots permettent de varier ces transitions phonétiques donc de changer la difficulté d'identification des différents phonèmes du mot . Si la suppléance linguistique y joue un rôle déjà important , l'utilisation de mots spéciaux, choisis pour leurs phonèmes hautement caractéristiques, permet de rendre négligeable les incidences extra-auditives , la reconnaissance du phonème caractéristique étant pratiquement indispensable à l'identification du mot . Donc à travers le mot nous retrouvons l'unité la plus simple, le phonème .

Les listes de mots doivent pouvoir être reprises avec le même sujet pour que la comparaison de différentes qualités acoustiques d'émission reste valable . Elles ne doivent donc pas être mémorisables . En comparant les mêmes mots différemment émis on utilise la même connaissance de la langue, la même expression, la même articulation ; les différences ne tiennent qu'à la qualité de la réception . Pour remplir cette condition il suffit que toute erreur sur l'identité d'un phonème caractéristique amenant la formation d'un autre mot soit un mot se trouvant également dans la liste . Cette particularité diminue le hasard d'une réponse correcte, les formes prêtant à confusion existant toutes, groupées dans la même liste . L'ordre de présentation changé à chaque lecture ne laisse la place à aucune espèce de mémorisation, puisqu'il est imprévisible .

Nous avons à mesurer la perturbation des mécanismes d'intégration . Pour déceler une déformation pathologique il est nécessaire de pouvoir atteindre les variations physiologiques . Les modes d'émission à l'oreille doivent être traités de telle sorte que les réponses fassent apparaître chez le jeune enfant et l'individu âgé des variations statistiquement valables . Les erreurs ne sont pas toujours régulièrement réparties , il est donc nécessaire de pouvoir calculer dans quelle mesure les erreurs de répétition ne sont pas le fait de variations passagères de l'attention ou la manifestation d'une fatigue sans rapport direct avec les possibilités d'intégration .

Les normes acoustiques .-

La précision du message acoustique dépend d'un certain nombre de facteurs : intensité, structure formantique, bruit, quantité d'éléments d'information par unité de temps, donc durée et rapport du nombre des éléments transmis au nombre réellement émis . La variation de chacun de ces facteurs entraîne une modification de la netteté et peut donc être utilisée pour faire varier la gêne de l'identification de la parole .

L'effet de l'intensité sur la netteté de la parole est bien connue en téléphonométrie . Pour des mots difficilement identifiables, tels les logatomes, on constate qu'il existe un optimum d'intensité pour la reconnaissance des mots . Il se situe entre 60 et 80 décibels Aux intensités inférieures ou supérieures la compréhension est moins bonne . Cependant avec les mots usuels le sommet de cette courbe s'étale beaucoup plus . Il est nécessaire d'utiliser la légère distorsion des circuits amplificateurs pour constater une courbe semblable à celle que l'on obtient avec les logatomes . L'utilisation d'un circuit amplificateur permet donc, surtout si les moyens d'identifi-

cation du sujet testé sont moindres que ceux d'un sujet normal, de faire apparaître cette difficulté de reconnaissance à faible et à forte intensité . Plus d'ailleurs à forte intensité ou les distor - sions sont nettement plus importantes . L'élévation d'intensité sera utilisée pour nos mesures .

La précision de la structure formantique des phonèmes est un deuxième élément de la netteté . La voix d'homme apportant plus de précision aux zones de résonances bucco-pharyngées est plus intelligible que la voix de femme ou d'enfant . Un appareil de transmission acoustique qui a une distorsion préférentielle pour une zone de fréquence, perturbe les formants situés dans cette zone et gêne l'identification phonétique . De même un filtrage de la parole atténuant de façon importante certaines zones formantiques (graves pour un filtre passe haut , aigües pour un filtre passe bas) font varier la netteté du message porté par la parole . Ces principes sont utilisés , comme nous l'avons vu, par certains auteurs (BOCCA, MATZKER) pour déceler des altérations des voies auditives .

L'adjonction de signaux acoustiques non significatifs rendent plus difficile l'identification . Si le bruit est fort, il y a un mas quage des structures acoustiques informationnelles . Mais même lorsque le bruit est égal ou inférieur à la parole, l'identification devient plus difficile . On suit difficilement une conversation dans le brouhaha, même si ce dernier est d'intensité plus faible ,que lorsqu'il n'y a aucun bruit . Cette particularité de la diminution de la netteté par le bruit surajouté sera utilisé dans nos mesures .

La parole rapide , même bien articulée, est moins facile à saisir que la parole lente . Pour peu que l'auditeur soit gêné pour iden tifier la parole normale, la parole rapide ne sera plus perçue que par bribes . Une lenteur d'idéation ne laisse pas le temps suffisant à l'identification d'une série de phonèmes, aussi les phonèmes suivants ne sont-ils plus identifiés . Les facultés d'attention ont une grande importance pour un test établi suivant ces données . Cette méthode a été utilisée par BOCCA .

Enfin quel que soit le mode acoustique de la variation de la netteté, ce qui compte avant tout c'est le rapport de la quantité d'information reçue à la quantité d'informations normalement contenue dans le message . Chez l'individu nous devons mesurer le minimum de ce rapport nécessaire à une identification correcte . Donc toute méthode acoustique diminuant la netteté peut être théoriquement utilisée dans la mesure des difficultés psycho-acoustiques de la perception de la parole . Les plus faciles à utiliser, les plus conformes aussi à la physiologie et au conditionnement linguistique des

sujets, sont la variation d'intensité et l'adjonction du bruit . Ces méthodes acoustiques permettent une mesure très précise de la perturbation ajoutée : l'intensite par un potentiomètre, le bruit par un générateur étalonné . Les ingénieurs des télécommunications mesurent la netteté acoustique des appareils en employant des auditeurs entraînés donc " standards " . Dans la pathologie le système est inversé ; on mesure la capacité d'identification des sujets avec un message dont les degrés de netteté sont acoustiquement définis de façon standard . Les deux méthodes sont comparatives, les premières pour comparer deux appareils, les deuxièmes la perception d'un individu par rapport à celle du sujet normal .

Ces données linguistiques et acoustiques nous apportent les bases théoriques d'une méthode de mesure de la perception auditive . Nous avons donc à préciser les listes de mots et les méthodes d'examen répondant aux normes ainsi définies .

- Le matériel de mesure .-

Dans la langue française le nombre des mots contenant des phonèmes hautement caractéristiques du mot est relativement réduit . En effet plus le mot est long, moins la probabilité d'une série de mots identiques à un phonème près est grande . On a donc intérêt à choisir des mots aussi brefs que possible . Les mots de deux phonèmes ne sont pas assez nombreux . Par contre parmi les mots de trois phonèmes il est possible de trouver suffisamment de mots répondant à cette norme pour pouvoir construire des listes utilisables . Par ailleurs cette longueur de mot est la plus proche de la longueur moyenne statistique des mots utilisés dans la parole .

Les mots choisis contiennent un phonème hautement caractéristique au moins, les mots obtenus par l'altération de ce phonème sont utilisés dans la liste, ils couvrent aussi bien que possible l'éventail des probabilités . Certains phonèmes plus difficiles à identifier (explosives, spirantes) sont représentés plusieurs fois de façon à rendre la liste plus difficile . On se rapproche ainsi des valeurs données par des listes de logatomes . Deux listes de cinquante mots chacune groupés par dix (donc cinq éléments de test par liste) ont pu être établies suivant ces principes . Une erreur sur un phonème caractéristique donne un mot existant en français et se trouvant à un autre endroit de la liste . En cas de difficulté d'identification il y a de fortes chances pour que le sujet se trompe à un endroit ou à un autre .

L I S T E I

a	A mar	l	L lar	b	B bil	S	S sèz	ʃ	Ch chèz
K	K Kint	K	K Kont	ɛ	E mèr	Y	Y ray	f	F fil
à	AN tant	ʒ	J jil	l	L lim	p	P pont	i	I mir
n	N nim	ɔ	C mor	ɛ̃	IN tint	l	L lil	V	V rav
n	N nar	P	P pint	n	N nil	ü	U mur	b	B bar
ø	OE moer	d	D dar	p	P par	i	M mil	p	P pil
ʒ	J raj	S	S sil	a	A tat	f	F far	k	R rar
g	G gar	t	T tar	S	S ras	V	V vil	ɛ	E têt
ʃ	CH chil	u	OU tout	ʒ	J jar	V	V var	m	M mim
ʃ	CH char	Z	Z raz	f	F fèz	U	OU tout	k	K kar

L I S T E II

a	A mal	K	K Kwa	f	F fèn	p	R rèn	V	V vwa
n	N nas	p	P pèl	ɛ	E mèl	l	L lwa	g	G gèn
u	OU rous	ʒ	J jèn	p	P pas	K	K kèl	Y	Y mil
m	M mwa	ɔ	O mol	à	AN rans	l	L lèn	t	T tas
n	N nèn	k	K kas	n	N nwa	ü	U mul	ɔ̃	ON rons
u	OU moul	z	Z choz	ø	OE moel	ɛ̃	IN rins	p	P pwa
l	L las	S	S swa	t	T tèl	b	B bwa	S	S chos
d	D dwa	p	P pen	f	F fwa	f	F chof	ʒ	J jwa
V	V vèn	O	O ros	t	T tèn	S	S sèn	m	M mas
t	T twa	ʃ	CH chèn	m	M mèn	ü	U rus	r	R ras

Ces listes peuvent être répétées, la mémoire ne permet pas de suppléer à un défaut d'identification puisque le mot juste et le mot erroné sont aussi probables . Il suffit de changer l'ordre de présentation . Nous avons donc la possibilité de présenter au même sujet la même liste à plusieurs reprises en faisant varier les facteurs acoustiques de netteté .

- La Méthode de mesure .-

La liste est d'abord émise à 70 décibels, l'optimum d'intelligibilité se situe, nous l'avons vu, entre 60 et 80 décibels . Les erreurs à cette intensité peuvent provenir d'une surdité (cas que nous envisagerons ultérieurement) , d'une difficulté d'intégration, d'un défaut de langage, d'un syndrôme d'aphasie motrice, d'une articulation déficiente (fonctionnellement ou par perturbation du schéma corporel moteur) , d'une malformation anatomique des organes phonateurs . Cette première épreuve sert de référence (indice du graphique) .

Elle est ensuite émise à 90 décibels, l'individu normal ne fait à cette intensité pratiquement pas d'erreur . Par contre celui qui présente une perturbation signalée précédemment fera des erreurs d'identification . La comparaison donc de ces deux mesures permet d'éliminer la connaissance linguistique et tous les mécanismes moteurs qui n'ont pas varié entre ces deux épreuves . Seule la netteté a diminué, donc la quantité d'informations (sauf en cas de surdité tonale), la différence permet donc d'apprécier la gêne apportée à l'identification

La même liste est reprise à 90 décibels avec deux niveaux=de bruit : successivement un bruit de 70 décibels, un bruit de 90 décibels . Dans le premier cas le bruit faible entraîne une gêne un peu plus importante qu'à l'examen précédent, dans le deuxième cas la gêne est considérablement augmentée .

Si l'on soustrait le chiffre obtenu par le comptage des erreurs à 70 décibels de celui obtenu pour les trois autres mesures, on peut donc connaître et chiffrer la difficulté d'identification phonétique apparaissant avec la diminution de plus en plus importante de la netteté, donc de la quantité d'informations utilisables par l'auditeur .

L'appareillage utilisé est simple . Comme la mesure est effectuée à un niveau très nettement supraliminaire, que la parole émise par le locuteur est largement masquée pour l'auditeur, par l'amplification, on peut faire l'examen à voix nue dans la même cabine sourde que le sujet testé . Un audiomètre à circuit vocal permet d'apporter, par un casque bi-auriculaire, la parole amplifiée aux oreilles de l'auditeur . Un circuit de bruit (blanc ou en " dents de scie ") peut être branché à volonté à intensité choisie dans les deux oreilles ou dans une seule oreille .

Les résultats obtenus sont portés sur un graphique en notant l'indice (chiffre des erreurs à 70 décibels) qui a été soustrait de toutes les mesures . La pente de la courbe indique la difficulté de l'identification, les chiffres extrêmes permettent de faire le calcul de la signification des résultats et de les comparer aux chiffres obtenus chez des individus normaux .

—

Les niveaux d'intensité mentionnés sont valables pour un circuit d'amplification ayant une distorsion acceptable, on peut être amené de même à changer légèrement les niveaux sonores suivant la forme du bruit . L'étalonnage de l'ensemble audiométrique doit être effectué de telle sorte qu'un individu adolescent ou adulte jeune ne fasse pas plus de deux erreurs à la dernière mesure . Cet étalonnage dépend également de la structure formantique du message donc de la voix et de l'articulation du testeur .

L'homogénéité des mesures .- Afin de savoir si les résultats obtenus ne sont pas le fait de variations de l'attention, de la fatigue, il est important pour la précision de la mesure de faire alterner les éléments de liste (entre 70 et 90 décibels, ou entre 90 décibels + 90 décibels de bruit, ou entre 90 décibels à l'oreille droite et 90 décibels à l'oreille gauche) afin que la répartition de ces erreurs non significatives se fassent de façon identique pour les deux mesures . Il reste ensuite à rechercher (au cas où les erreurs ne se répartissent pas de façon régulière entre les différents éléments d'une liste émise au même niveau de netteté) si la variance de la différence entre les deux mesures correspond à un fait tout à fait significatif, montrant leur homogénéité . On recherche pour ce-

là la variance (+) standard de la différence des moyennes qui s'exprime par la formule :

$$S_d = \sqrt{\frac{n_I \sigma_I^2 + n_2 \sigma_2^2}{n_I + n_2 - 2} \left(\frac{I}{n_I} + \frac{I}{n_2} \right)}$$

comme $n_I = n_2 = 5$ éléments de liste (nous avons 5 fois IO phonèmes)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sigma_I^2 + \sigma_2^2}{4}}$$ (++)

σ I, étant l'écart type dans la première mesure
σ 2, étant l'écart type dans la deuxième mesure .

D'après la loi du t de Student (+++) pour que la différence entre les moyennes des deux mesures a et b soit tout à fait significative à un coefficient de sécurité de 95 %, le rapport de la différence des moyennes à la variance standard doit être supérieur en valeur absolue à 2,3I :

$$\frac{M_a - M_b}{Sd} > 2{,}3I$$

En cas de répartition homogène ce calcul est inutile .

(+) variance(V) $V = \frac{\leq (M-m)^2}{n}$ (n = nombre de mesures effectuées)

Indice de dispersion des résultats de mesure d'un paramètre.La variance est égale à la moyenne des carrés des écarts à la moyenne arithmétique des mesures .

M = moyenne des 5 mesures
m = valeur de chacune des 5 resures

(++) Ecart type $\sigma = \sqrt{V}$
Ou écart quadratique moyen est égal à la racine carrée de la variance.

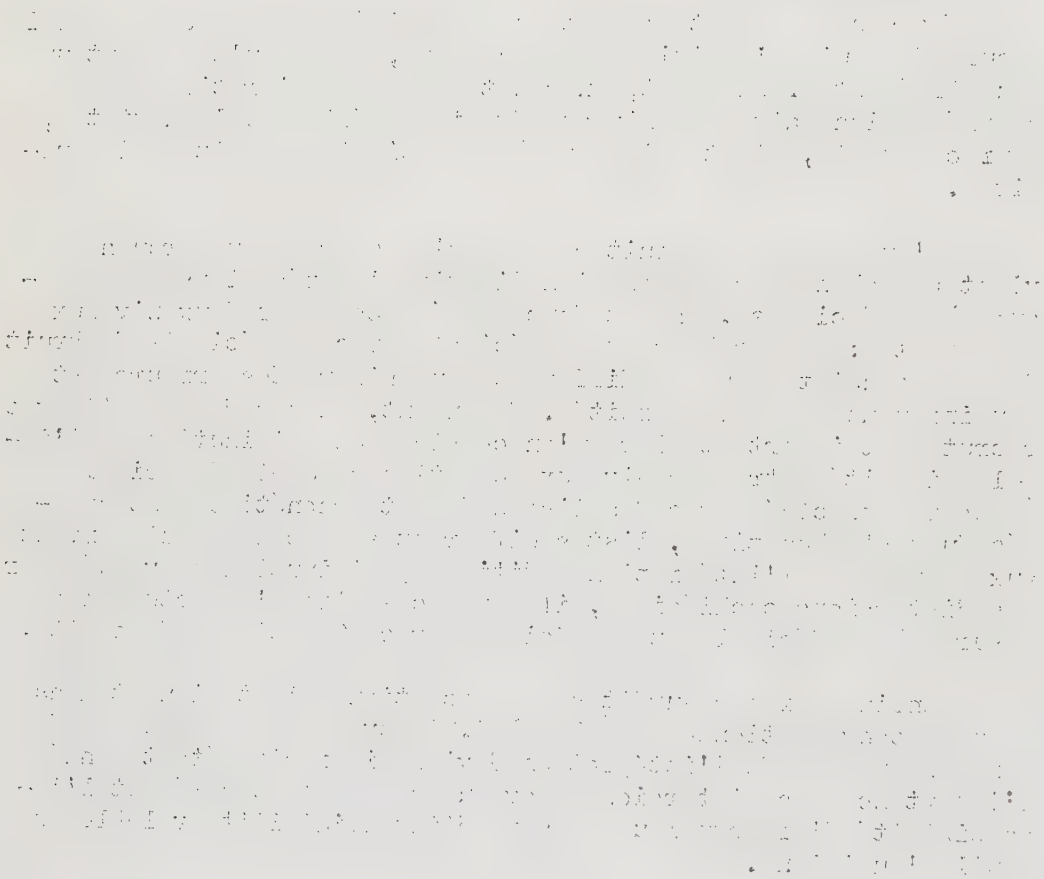
(+++) Coefficient donné par des tables, dépendant du nombre de mesures t est d'autant plus grand qu'on a moins de mesures .

Le sujet sourd .-

Lorsque le sujet présente une surdité tonale décelée par la mesure du seuil d'audition des sons purs, les résultats sont un peu différents . En effet, on constate une amélioration de la compréhension entre les niveaux 70 et 90 décibels, la netteté , pour ce sujet , étant meilleure à 90 décibels du fait de la surdité .

D'autre part le bruit de 70 décibels très peu perçu ne vient pas changer de façon significative les résultats de la mesure à 90 décibels . On est donc amené à comparer deux niveaux de netteté : 90 décibels et 90 décibels avec 90 décibels de bruit On a pu constater que la différence du chiffre des erreurs est peu influencée par la surdité . Cependant, en cas de surdité avec recrutement important, lorsqu'on constate une diminution de l'intelligibilité entre les niveaux acoustiques 80 et 90 décibels (mesure effectuée avec des listes de mots phonétiquement groupés du test phonétique, listes différentes de celles qui servent aux mesures de l'intégration auditive), diminution provoquée par les distorsions cochléaires, il est nécessaire d'effectuer les mesures à 80 décibels et 80 décibels avec 80 décibels de bruit .

Enfin pour les surdités de perception qui atteignent dans la zone conversationnelle (250 à 4.000 cycles) 80 décibels de perte la mesure de l'intégration devient imprécise étant donné l'importance des distorsions provoquées dans la cochlée et l'impossibilité d'effectuer une mesure d'intelligibilité valable au seuil d'audition .



- RECHERCHE de la LIMITE des VARIATIONS des DISTORSIONS PHONETIQUES PROVOQUEES PAR L'OREILLE -

L'intelligibilité de la parole dépendant d'abord du canal acoustique cochléaire, de la réception du message, il est indispensable de savoir dans quelles limites les distorsions cochléaires font varier les réponses du sujet . En effet un test d'intégration phonétique dans une surdité avec distorsion fait apparaître des déformations des mots souvent importantes . Nous devons donc rechercher les limites extrêmes à partir desquelles on peut considérer avec certitude que les lésions de l'organe périphérique ne sont pas la seule origine des perturbations, mais qu'il existe également des difficultés psycho-physiologiques d'identification .

L'étude d'environ I40 examens phonétiques de l'audition pris au hasard parmi les mesures faites ces derniers mois à l'Institut d'audio-phonologie de la Faculté de Médecine de Lyon, peut nous permettre de chiffrer les écarts maxima de distorsion . Les I40 sujets se répartissent ainsi :

I.- Audition normale du point de vue tonal : 44

2.- Surdités de transmission dont l'écart courbe osseuse - courbe aérienne est supérieure à 20 db : 20

3.- Surdité de perception dont la perte moyenne des fréquences 500, I.000, 2.000, 4.000 est comprise entre 20 et 50 db : 34 dont I6 présentent une baisse importante du seuil des sons aigus avec des signes nets de distorsions phonétiques du type de ce que l'on trouve en cas de recrutement .

4.- Surdités de perception de perte moyenne comprise entre 50 et 70 db : 28, entre 70 et 80 db : 5

5.- Surdités de sénescence de 40 à 50 db de perte : 5 de 50 à 70 db de perte : I0 (sujets de plus de 70 ans)

Les chiffres relevés correspondent aux deux niveaux d'amplification maximum du test phonétique : 90 db (a) et 90 db avec 90 db de bruit (b) sur 50 phonèmes testés .

I.- Sujet dont le seuil d'audition est subnormal
moyenne (a) 0,65 écart type = 0,09
moyenne (b) 2,22 écart type = 1,2

L'erreur standard (+) des mesures appliquée à la recherche des limites de l'intervalle de confiance (++) avec un risque d'erreur inférieur à I %, donne comme limites extrêmes de variation de la différence des deux mesures :

M_a - limite de l'intervalle
M_b - limite de l'intervalle
arrondis au chiffre entier supérieur

$$|a-b| = 3$$

2.- Les surdités de transmission ont une moyenne :

$M_a = I,5$ $\qquad$ $M_b = 2,3I$

donc peu différente des chiffres précédents . L'écart de m_a tient au fait de la présence de surdités mixtes parmi les surdités de transmissions .

Le calcul de l'erreur standard de mesures et la recherche des limites de l'intervalle de confiance appliqués au seuil normal et aux surdités de transmission ensemble donnent un chiffre d'écart extrême de 3 comme pour les sujets à audition normale .

(+) Erreur standard de la mesure (Sm) $Sm = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$. Distribution des moyennes mesurées d'un paramètre autour de la moyenne réelle de ce paramètre dans la population envisagée dans son ensemble

(++) Intervalle de confiance (coeff. séc. 99 %)
Limites entre lesquelles selon le degré de vraisemblance fixé (coefficient de sécurité) est réellement situé le paramètre dans l'ensemble de la population étudiée .
Coefficient de sécurité . Pourcentage fixé correspondant à la probabilité de la conformité des résultats mesurés sur une partie de la population à l'ensemble de la population étudiée . Habituellement 95 % et 99 %, le risque d'erreur étant respectivement de 5% et I% .

3.- Pour les surdités de perception dont la perte s'étage entre 20 et 50 dbs et sans distorsions phonétiques cochléaires , les résultats sont les suivants :

$M_a = 5,7$ $M_b = 7,5$

l'écart type est respectivement de :

$\sigma a = 3,9$ $\sigma b = 4,I$

l'erreur standard

$S_M = 0,73$ $S_{Mb} = 0,77$

et l'intervalle de confiance a comme limites

$M_a = I,9$ $M_b = 2$

Soit, arrondi au chiffre entier,une limite extrême de l'intervalle de 6 .

4.- Pour les surdités de perception dont la perte s'étage entre 50 et 80 dbs :

$M_a = I0,9$ $M_b = I4,8$

l'écart type est de :

$\sigma a = 5,I$ $\sigma b = 4,6$

l'erreur standard

$S_{Ma} = 0,8I$ $S_{Mb} = 0,6I$

et l'intervalle de confiance

$M_a \pm 2,I6$ $M_b \pm I,58$

Soit arrondi au chiffre entier extérieur à l'intervalle une limite extrême de : $|a - b| = 8$

On est donc fondé à considérer que :

Audition normale ou surdité de transmission

L'écart des chiffres entre 70 db et 90 db avec 90 db de bruit (chiffre à 90 étant compté 0 dans l'écart considéré plus haut , l'écart est également valable pour 70 db) ne doit pas dépasser 3 si l'intégration est normale .

Surdité de perception entre 20 et 4' db le chiffre d'écart 90 db et 90 db + bruit ne doit pas dépasser 6 .

Surdité de perception entre 50 et 75 db le chiffre d'écart 90 db - 90 db avec bruit ne doit pas dépasser 8 .

Ces limites étant valables avec un coefficient de sécurité de 99 % .

D'autre part les niveaux de distorsions aux différentes catégories d'audition tonale se répartissent ainsi, mesurés à 90 db d'intensité sur 50 phonèmes .

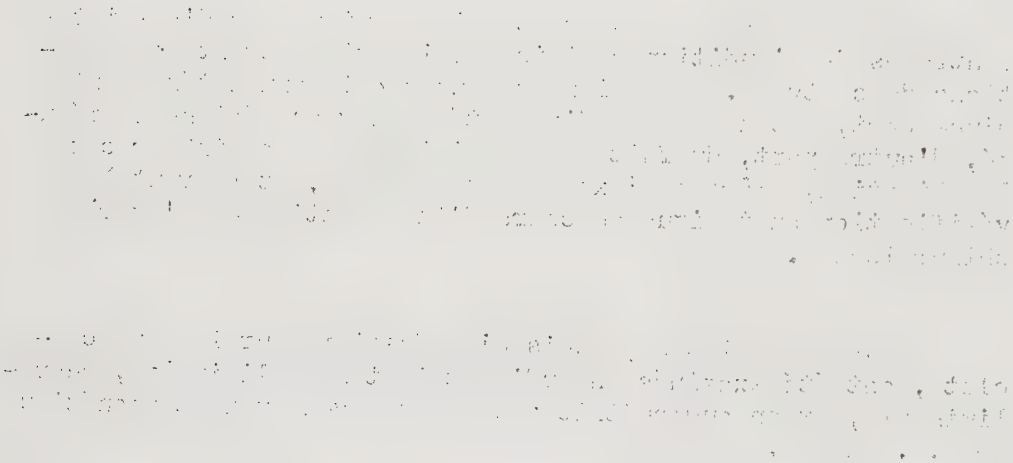
I.- audition subnormale et voie osseuse subnormale moins de 20db de perte moyenne	- distorsions probables: 0 à 3 -
2.- Surdité de perception de 20 à 45 db	-distorsions probables: 3 à I0 -
3.- Surdité de perception de 50 à 65 db	-distorsions probables: 8 à 20 -
4.- Surdités de perception de 70 à 80 db	-distorsions probables: I0 à 32
5.- Surdités de senescence de 40 à 70 db	-distorsions probables: I0 à 30

Un chiffre supérieur indique une difficulté de compréhension ou d'articulation s'ajoutant à la distorsion cochléaire . La comparaison des mesures avec et sans bruit permettant de faire la part des mécanismes d'intégration phonétique .

- OBSERVATIONS CLINIQUES -

Nous rapportons dans ce chapitre quinze cas d'atteintes centrales de l'audition choisis parmi environ trente observations de ce type . Ces quinze cas nous ont paru intéressants d'une part, à cause de la diversité du niveau lésionnel présumé, d'autre part, du fait des possibilités de contrôler cette localisation, grâce à l'examen neurologique, et souvent à la vérification anatomique au cours d'intervention ou d'exérèse chirurgicale .

Tous ces malades , munis d'un dossier neurologique complet , ont été examinés en audiométrie tonale liminaire, supraliminaire, et en audiométrie vocale au moyen du test phonétique de J.C. LAFON .



- ATTEINTE du NERF AUDITIF -

Un cas de neurinome du VIII avec difficulté d'intégration biauriculaire .

I.- Observation N° I.94I-60 - Mme.R.S . 50 ans (Service Neuro-psychiatrique - Pr . DECHAUME, Dr . SCHOTT) .

Histoire neurologique

Cette malade présente

I.- Une atteinte du V droit, avec anesthésie cornéenne,et hypoesthésie étendue aux territoires de distribution aussi bien cutanés que muqueux .

2.- Une atteinte discrète de la VII° paire crânienne avec hypotonie de l'hémiface droite et oeil plus ouvert de ce côté, et effacement du pli nasogénien .

3.- enfin des signes cochléo-vestibulaires avec baisse sensible de l'audition depuis six mois, des bourdonnements d'oreille et quelques sensations vertigineuses .

Cette malade est opérée peu après le dernier examen .On trouve à l'intervention un neurinome de l'acoustique très diffus et à racines profondes . Le décès se produit quelques jours après .

Examen audiométrique

I.- Audiométrie tonale .-

La courbe de seuil tonal est à peu près horizontale à droite , avec une perte de 60 à 65 db . A gauche, elle est également horizontale avec 30 db de perte . La courbe osseuse est superposée . Il s'agit donc d'une surdité de perception .

Il est à signaler qu'en deux mois l'oreille droite s'est aggravée de 35 db sur les fréquences 250 à 2.000 . Un troisième examen pratiqué six mois après montre à droite une surdité totale .

2.- Audiométrie supraliminaire .-

Au deuxième examen, les tests supraliminaires ne sont pas nettement perturbés . Le Luscher à droite est strictement normal sur toutes les fréquences explorées (0,8 à I db) . Dans l'oreille gauche il est un peu plus bas (0,6 - 0,8) . Le Fowler montre une légère tendance au recrutement de l'oreille droite par rapport à l'o-

reille gauche sur les fréquences 2.000 et 3.000 mais non sur le 4.000 et le 8.000 .

3.- Au test phonétique .-

A un niveau sonore de 100 db, l'oreille droite présente une importante distorsion (80 % des phonèmes sont perturbés) . En biauriculaire, il existe une difficulté d'intégration qui, sans être importante, est cependant indiscutable : 2 phonèmes sont perturbés à 90 db sans bruit surajouté, et 13 avec bruit .

Critique des résultats .

Les distorsions phonétiques relevées à l'oreille droite sont sans commune mesure avec celles que l'on rencontre habituellement dans les surdités cochléaires (distorsion maximum = 20 sur 50 phonèmes) .

Le contrôle de l'homogénéité de l'intégration donne :
- à 90 db moyenne = 0,4 σ^2 = 0,22
- à 90 db + bruit moyenne 2,6 σ^2 = 2,6

Sd = 0,84 et t = 2,8

Donc la différence est significative d'une difficulté d'intégration .

CONCLUSION .- On peut donc penser qu'il existe une atteinte rétrocochléaire et ceci malgré les tests tonaux en apparence discordants . L'assez forte inégalité des atteintes droite et gauche plaide en faveur d'une atteinte assez basse, très probablement le tronc du nerf cochléaire, et ne dépassant pas les noyaux cochléaires .

—

Second cas de neurinome du VIII, mais sans trouble d'intégration biauriculaire .

2.- Observation N° 6I3-6I - D.L. 36 ans (Dr . ALLEGRE) .

Histoire neurologique

Cette malade présente :
I.- des céphalées importantes à type d'hémicrânie gauche
2.- une atteinte totale du V gauche :
- troubles de la sensibilité de l'hémiface et des deux tiers antérieurs de la langue qui est atrophiée dans cette partie
- anesthésie totale de la face interne des joues et des lèvres
- anesthésie cornéenne gauche
- paralysie des muscles masticateurs gauche
4.- L'examen vestibulaire montre un nystagmus pendulaire spontané dans le regard latéral
5.- L'E.E.G. montre une atteinte occipitale gauche .

A l'intervention, on se trouve en face d'un important oedème cérébelleux . On pratique l'exérèse d'un neurinome de l'acoustique du volume d'une noix .

Examen audiométrique

I.- Audiométrie tonale .-

La courbe tonale est à peu près horizontale avec une petite encoche sur le 4.000 (I5 db) à droite .
A gauche, la perte est de 25 db sur les fréquences graves et descend jusqu'à 50 db sur les aiguës (2.000 - 4.000)

2.- Audiométrie supraliminaire .-
Le Fowler est impossible à pratiquer . Les réponses ne sont pas valables : la malade ne peut localiser l'origine de l'émission sonore .
Le Luscher est perturbé à gauche - l'intensité différentielle nécessaire pour que la plus petite modification soit perçue est égale à 2 db .

3.- Au test phonétique .-

Il n'y a pas de difficulté d'intégration - en biauriculaire la différence entre les phonèmes perturbés se chiffre à 2 (0 à 90 db d'émission 2 avec 90 db plus bruit)

Critique des résultats .

Les distorsions phonétiques à 90 db se chiffrent à 32, ce qui est très important si l'on considère que le nombre des distorsions probables pour une surdité entre 20 et 45 db est de 3 à IO .

Cette distorsion est donc hautement significative - elle ne peut être cochléaire puisque bien au delà des limites de distorsion possible .

CONCLUSION .- On trouve donc à l'examen auditif une surdité unilatérale avec un trouble d'intégration mesuré à l'oreille sourde qui évoque une lésion située sur le nerf auditif .

Un cas de surdité cochléaire probable .-

3.- Observation n° 9.68I .- C.C. 63 ans (Service de Neuro-Psychiatrie . Pr . DECHAUME, Dr. SCHOTT) .

Histoire neurologique .-

Elle débute quatre mois avant l'hospitalisation par un épisode méningé assez mal étiqueté (il n'y a pas eu de P.L.)avec raideur , vomissements, épisode fébrile à 39°/40° pendant cinq ou six jours .

A ce moment, s'installe :

I.- une surdité gauche, de façon assez brutale, après quelques acouphènes de type aigu, du même côté

2.- une diplopie transitoire

3.- une sensation de déséquilibre sans vertige vrai :

l'E.E.G. (Dr.COURJON) montre une intense réponse myoclonique par recrutement qui peut être un argument en faveur d'une atteinte récente du tronc cérébral . Les modifications obtenues lors de la compression du sinus droit, semblent traduire une hyperexcitabilité sinusale .

L'examen labyrinthique montre une inexcitabilité pratiquement totale des deux côtés . On note cependant à l'épreuve calorique une

réponse très faible du côté droit lors de l'irrigation à l'eau froide (20°) .

Le malade est revu à la consultation quinze mois après sa sortie du service hospitalier . L'état est inchangé . Le déséquilibre et les sifflements de l'oreille gauche persistent .

Examen audiométrique :

I.- Audiométrie tonale liminaire .-

L'oreille droite présente une légère hypoacousie sur le 2.000 et le 4.000 (45 db), qui reste dans les limites de variations physiologiques (le malade a 63 ans) .

L'oreille gauche présente une surdité de perception à courbe à peu près horizontale, des fréquences 250 à 4.000 avec 70 db de perte moyenne .

2.- Audiométrie tonale supraliminaire .-

Les épreuves de FOWLER & LUSHER ne montrent pas de recrutement de l'oreille gauche .

3.- Au test phonétique .-

L'oreille droite est très peu perturbée si l'on tient compte de la discrète atteinte tonale . Mais l'oreille gauche présente une forte distorsion = 50 % des phonèmes sont perturbés à 95 db .

Critique des résultats .

Les distorsions phonétiques relevées à l'oreille gauche (25 phonèmes) restent dans les limites des variations cochléaires qui se situent entre IO et 32 phonèmes pour 70 db de perte . La forme des confusions est plutôt en faveur d'une atteinte cochléaire .

l'intégration phonétique montre :

à 90 db : moyenne = I,6 $\sigma^2 = 0,65$

à 90 db + bruit : moyenne = 2,8 $\sigma^2 = I,7$

Sd = 0,78 et t = I,5

La différence n'est pas significative .

CONCLUSION .- On ne peut donner une localisation précise de la lésion . Elle peut être située à la cochlée . L'allure phonétique de la distorsion ne permet pas d'affirmer que la lésion peut se situer au delà de la cochlée, malgré les résultats de l'audiométrie tonale supraliminaire .

Atteinte du nerf auditif ou du noyau cochléaire avec trouble d'intégration homolatéral .

4.- Observation N° 590 - 62- F.E. 63 ans - Service de neuropsychiâtrie (Pr.DECHAUME, Dr. SCHOTT) .

Histoire neurologique

Après deux épisodes épileptiques généralisés, cette malade se présente dans le service hospitalier dans un état général très médiocre avec anorexie, amaigrissement, asthénie et des vomissements.

Elle présente en outre :

I.- une atteinte du VI droit avec paralysie des mouvements de latéralité du regard

2.- une atteinte du VII droit de type périphérique avec occlusion incomplète de l'oeil droit, diminution des plis frontaux

3.- une atteinte du VIII avec surdité droite importante d'apparition ancienne = 2 à 3 ans .

4.- les autres paires crâniennes sont indemnes . L'hypoesthésie cornéenne trouvée au premier examen n'a pas été retenue .Il n'y a pas de paralysie velaire ni récurrentielle . Pas d'atteinte du XII . Aucun trouble de la sensibilité de la face. Pas de signe d'atteinte des faisceaux du tronc cérébral .

- l'E.E.G. témoigne d'un important foyer de souffrance cérébrale temporal gauche, évoquant une néoformation à marche lente

- Pas d'oedème au F.O.

- L'artériographie vertébrale montrerait une déformation du tronc qui semble refoulé vers la droite . L'artériographie carotidienne gauche paraît normale .

L'examen vestibulaire à l'épreuve de Barany est en faveur d'une atteinte de type tronculaire évoquant le neurinome ou la tumeur ponto-cérébelleuse .

Trois hypothèses étiologiques doivent être envisagées :

I.- néoformation hémisphérique entraînant une atteinte des nerfs de la base - mais ceci n'explique pas l'atteinte du VIII .

2.- néoformation métastatique étant donné la dissémination des signes (ponto-cérébelleux d'un côté, lobe temporal de l'autre).Mais l'artériographie carotidienne est négative .

3.- le neurinome du VIII .

Examen audiométrique

I.- Audiométrie tonale liminaire .-

A l'oreille gauche, la courbe est à peu près horizontale à I5 db au-dessous du seuil normal. L'oreille droite (interrogée après assourdissement de l'oreille la meilleure pour éviter la translatéralisation à travers la boîte cranienne) présente une surdité de perception atteignant 60 db de perte .

2.- Audiométrie tonale supraliminaire .-

Impossible à pratiquer l'écart entre les deux oreilles étant de plus de 60 db .

3.- Au test phonétique .-

On constate un trouble d'intégration bilatéral d'intensité moyenne, qui peut être mis sur le compte de l'état général global de la malade, sans qu'on puisse y attacher de signification lésionnelle

A l'oreille droite par contre, la distorsion phonétique est de 37 phonèmes, de l'ordre de celle que l'on rencontre dans les lésions des voies auditives .

Critique des résultats .

L'intégration biauriculaire montre une distorsion de 3 phonèmes à 70 ds et de I4 phonèmes à 90 db avec bruit :

- A 70 db = moyenne = 0,6 $\sigma^2 = 0,24$

à 90 db + bruit = moyenne = 2,8 $\sigma^2 = 3,7$

Sd = 0,99 et t = 2,25

La mesure n'est donc pas homogène .

Trois hypothèses étiologiques doivent être envisagées :

I.- néoformation hémisphérique entraînant une atteinte des nerfs de la base - mais ceci n'explique pas l'atteinte du VIII .

2.- néoformation métastatique étant donné la dissémination des signes (ponto-cérébelleux d'un côté, lobe temporal de l'autre).Mais l'artériographie carotidienne est négative .

3.- le neurinome du VIII .

Examen audiométrique

I.- Audiométrie tonale liminaire .-

A l'oreille gauche, la courbe est à peu près horizontale à I5 db au-dessous du seuil normal. L'oreille droite (interrogée après assourdissement de l'oreille la meilleure pour éviter la translatéralisation à travers la boîte cranienne) présente une surdité de perception atteignant 60 db de perte .

2.- Audiométrie tonale supraliminaire .-

Impossible à pratiquer l'écart entre les deux oreilles étant de plus de 60 db .

3.- Au test phonétique .-

On constate un trouble d'intégration bilatéral d'intensité moyenne, qui peut être mis sur le compte de l'état général global de la malade, sans qu'on puisse y attacher de signification lésionnelle

A l'oreille droite par contre, la distorsion phonétique est de 37 phonèmes, de l'ordre de celle que l'on rencontre dans les lésions des voies auditives .

Critique des résultats .

L'intégration biauriculaire montre une distorsion de 3 phonèmes à 70 ds et de I4 phonèmes à 90 db avec bruit :

- A 70 db = moyenne = 0,6 $\sigma^2 = 0,24$

à 90 db + bruit = moyenne = 2,8 $\sigma^2 = 3,7$

Sd = 0,99 et t = 2,25

La mesure n'est donc pas homogène .

- Par contre, entre 70 db et 90 db, on a :

à 70 db : moyenne = 0,6 $\sigma^2 = 0,24$

à 90 db : moyenne = 2,2 $\sigma^2 = I,6$

Sd = 0,68 et t = 2,35

La différence est significative .

A l'oreille droite la distorsion est de 37 phonèmes

OD : moyenne = 7,4 $\sigma^2 = I,03$

ce qui donne pour la mesure des cinq listes $\sigma > 5$. Donc la distorsion 37 $\pm$ 5 se situe au delà de ce que l'on rencontre dans les distorsions cochléaires qui ne donnent pas un chiffre supérieur à 20 .

CONCLUSION .- l'unilatéralité des lésions à droite en audiométrie tonale, d'une part ,

- l'importance de la distorsion phonétique à droite d'autre part, laissent à penser qu'il s'agit d'une lésion située sur le nerf ou au niveau du tronc cérébral, cette lésion ne se situant pas au-delà des régions protubérantielles .

Il n'est évidemment pas exclu qu'il existe par ailleurs une lésion associée des voies auditives situées à un niveau supérieur .

- ATTEINTE au NIVEAU du TRONC CEREBRAL -

Tumeur de la fosse cérébrale postérieure avec trouble d'intégration à dominance unilatérale .

5.- Observation N° 433.62 - R.P.- 23 ans - Clinique chirurgicale (Professeur WERTHEIMER) .

Histoire neurologique

Elle débute assez brutalement trois mois avant l'hospitalisation par :

- des troubles visuels à type de diplopie ,
- des troubles de l'équilibre avec vertiges giratoires, démarche ébrieuse, tendance à la chute .

Puis s'installent :

I.- Un syndrome pyramidal très important prédominant à droite, avec nette diminution de la force segmentaire du membre supérieur.
2.- Un syndrome cérébelleux prédominant toujours à droite avec tremblement intentionnel, hypermétrie, adiadococinésie, asynergie, troubles de la parole et de l'écriture .
3.- Un syndrome labyrinthique avec nystagmus spontané multiple, une très forte hypoexcitabilité vestibulaire droite avec signes certains de compression de la zone vestibulaire .
4.- Un syndrome oculaire avec diplopie et un oedème papillaire bilatéral prédominant à droite .
5.- Une discrète parésie du VII -

Examen audiométrique

I.- Audiométrie tonale :

A l'oreille gauche, la courbe est horizontale à IO db de perte avec une encoche au 4.000 à 30 db .

A droite il existe une surdité de perception importante , la courbe étant descendante du 500 au 4.000 jusqu'à 60 db de perte . La courbe osseuse est exactement superposable . Perte moyenne : 38 db -

2.- L'audiométrie supraliminaire ne montre pas de recrutement.

3.- Au test phonétique .-

En biauriculaire, l'émission à 90 db donne I2 erreurs
à 90 db + bruit donne 24 erreurs.

A l'oreille droite, on a :
I.- pour 75 db d'émission = 7 erreurs
2.- pour 95 db " = I9 erreurs
3.- pour 95 db + bruit = 24 erreurs

Critique des résultats .-

L'intégration biauriculaire montre :

- à 90 db : moyenne = 2,4 σ^2 = I,7
- à 90 db + bruit=moyenne= 4,8 σ^2 = I,9

Sd = 0,95 et t = 2,53

La différence est donc significative .

A l'oreille droite :

- à 75 db : moyenne = I,4 σ^2 = I,03
- à 95 db : moyenne = 3,8 σ^2 = 0,54

Sd = 0,63 et t = 3,8

La différence est là encore significative .
La distorsion à 95 db (I9) se situe au delà de ce que l'on rencontre dans les atteintes cochléaires où elle ne dépasse pas I0 à ce niveau de perte tonale .

CONCLUSION .- Etant donné la moyenne de la perte tonale droite de 38 db, ces chiffres sont significatifs et l'on peut affirmer l'existence d'une lésion tronculaire, située probablement entre cochlée et noyau cochléaire .

Ce diagnostic est confirmé par l'intervention . Il s'agit en effet d'une tumeur de la fosse cérébrale postérieure dont l'aspect est celui d'un gliome .

Syndrome de la fosse cérébrale postérieure .-

6.- Observation N° 743.60 - C.A. 32 ans (Clinique de Neuropsychiâtrie : Pr . DECHAUME, Dr. SCHOTT) .

Histoire neurologique

La séméiologie neurologique est de type alterné . Il existe en effet :

- une monoparésie crurale gauche : le signe de Babinski est indiscutable, ainsi que le déficit segmentaire avec signe de Barré positif .

- des troubles au niveau du membre supérieur droit prédominant à l'avant-bras, caractérisés par une dissociation de type tabétique avec astéréognosie perceptive . Ce syndrome déficitaire sensitif s'accompagne de paresthésies de la face, du membre supérieur , du thorax du même côté : le malade décrit une sorte d'engourdissement et aussi quelques algies faciales profondes .

- une diplopie intermittente, surtout dans le regard latéral droit .

- Les artériographies et ventriculographies pratiquées ne montrent rien d'anormal . Un examen au pentopaque révèle un soulèvement du plafond du IIIème ventricule, avec refoulement en haut et en arrière de la portion supérieure de l'aqueduc .

- A l'examen labyrinthique il existe un nystagmus de type central, pas de déviation des index, une inclinaison spontanée de la tête à gauche, des acouphènes bilatéraux mais prédominant à gauche .

Le malade rentre chez lui avec un traitement médical . Il est revu à plusieurs reprises dans le courant de la même année . La séméiologie clinique s'est considérablement améliorée . L'astéréognosie a pratiquement disparu . La monoplégie du membre inférieur gauche a totalement régressé . Il n'y a plus de signe de Babinski . Seuls persistent un nystagmus spontané discret dans le regard latéral droit et une démarche un peu tabétiforme .

On porte le diagnostic d'encéphalite du tronc cérébral, ou de sclérose multiloculaire .

Examen audiométrique .....

I.- Audiométrie tonale liminaire .-

Les seuils sont pratiquement normaux à droite et à gauche , mise à part une perte de 20 db sur le 4.000 à gauche et de 30 db sur le 8.000 à droite et à gauche .

2.- Audiométrie supraliminaire .-

Le Fowler est normal . Mais il faut noter que le sujet signale qu'à l'oreille gauche, les sons lui paraissent moins intenses qu'à l'oreille droite . La reconnaissance des hauteurs tonales est normale

3.- Au test phonétique .-

Il existe un léger défaut d'intégration en émission biauriculaire . En monauriculaire ce trouble d'intégration prédomine nettement à gauche : 50% des phonèmes sont perturbés.

Critique des résultats .-

- Intégration par l'oreille gauche :
  à 70 db = 2 phonèmes sont perturbés
  et à 90 db = 26 phonèmes sont perturbés

  à 70 db : moyenne 0,4 $\sigma^2 = 0,6$

  à 90 db : moyenne 5,2 $\sigma^2 = 0,94$

  Sd = 0,63 et t = 7,5

  La différence est très significative .

- Intégration entre oreille droite et oreille gauche à 95 db
  oreille droite : 2 phonèmes perturbés ,
  oreille gauche :26 phonèmes "

  OD : moyenne = 2,2 $\sigma^2 = 0,18$

  OG : moyenne = 5,2 $\sigma^2 = 0,94$

  Sd = 0,52 et t = 5,72

La différence entre les deux oreilles est également significative .

La distorsion de l'oreille gauche (26) se situe au-delà de ce que l'on rencontre dans les surdités cochléaires pour une perte moyenne de 17 db où elle ne dépasse pas 10 .

- CONCLUSION .-

Le trouble d'intégration relativement important laisse supposer qu'il y a effectivement atteinte centrale .

L'atteinte tonale étant de peu d'importance et égale pour les deux oreilles, on peut penser que la lésion doit siéger assez haut, en tout cas au-dessus de l'étage bulbo protubérantiel (des T.Q, cortical ou sous-cortical) .

Au test phonétique : la différence entre l'oreille droite et l'oreille gauche est en faveur d'une atteinte lésionnelle controlatérale donc probablement à droite et au-dessus du croisement des voies auditives .

- ATTEINTE AU NIVEAU DES TUBERCULES QUADRIJUMEAUX -

Pinéalome avec trouble important de l'intégration .

7.- Observation N° 3.28I - L.A.- 25 ans - Clinique neuro-psychiâtrique (Pr. DECHAUME, Dr. SCHOTT) .

Histoire neurologique

Ce malade de 25 ans présente un syndrôme de Parinaud .

Dans ses antécédents, on note :

- il y a trois ans, l'apparition d'un diabète insipide ,
- il y a deux ans, un épisode de diplopie transitoire
- depuis un an, des signes d'hypertension intracrânienne avec céphalées, vomissements, baisse progressive de l'acuité visuelle .

L'examen ophtalmologique montre un signe d'Argyll Robertson , sans myosis, avec oedème papillaire bilatéral .

L'E.E.G est négatif .

L'intervention chirurgicale est pratiquée après ventriculographie . Cet examen montre une image de tumeur pinéale du volume d'une noix fraîche, centrée sur un amas calcifié .

L'exérèse se fait dans de bonnes conditions, mais le décès survient le quatorzième jour après l'intervention, par suite de complications opératoires .

Examen audiométrique .

I.- Audiométrie tonale .-

Le seuil tonal est normal à gauche . A droite, on note une certaine labilité : le seuil est variable, donnant des courbes dites " en cupule " dont l'écart se chiffre à 20 à 30 db au sommet de la courbe, c'est-à-dire au niveau des fréquences moyennes (I.000) . L'écart est moindre pour les fréquences graves et aiguës (I0 db).

La recherche du seuil au son interrompu donne une perte ne dépassant pas 20 db à la fréquence I.000 et un seuil normal pour les autres fréquences .

Les sons intenses sont mal supportés, car ils déclanchent des réactions musculaires incontrôlables, comme s'il y avait diffusion de l'excitation cochléaire aux voies motrices .

2.- Audiométrie supraliminaire .-

Les rythmes rapides sont mal perçus à droite . Il faut 5 à 6db d'écart au test de Lüscher pour que le son paraisse modulé , alors qu'il suffit de I,5 db à gauche .

3.- Au test phonétique .-

La distorsion est totale à droite, malgré la courbe tonale normale .

A gauche, la compréhension est optimale à 70 db d'émission (34% de distorsion) . La distorsion augmente à 90 db (60 %)pour devenir totale dès que l'on ajoute un bruit de 78 db - aux 90 db de parole . Le calcul d'erreur est inutile étant donné l'importance des déformations .

CONCLUSION .- Il existe une hypoacousie droite et une perturbation phonétique totale du même côté ; elle est très importante à gauche, aggravée par la complication du message (forte intensité plus bruit) .

Second cas de pinéalome, mais sans aucun trouble auditif .

8.- Observation N° 38I.60 - F.C.2I ans - (Clinique neuro-psychiâtrique Pr.DECHAUME- Dr. SCHOTT) .

Histoire neurologique .-

Les signes de début sont apparus de façon brutale, par un état d'excitation psychomotrice associé à de violentes céphalées .

A l'entrée dans le service il présente :

- un syndrome d'hypertension intra-crânienne très important avec, au fond d'oeil, un volumineux oedème papillaire de trois dioptries bilatéral, à type de stase avec hémorragies et exsudats .
- un syndrome de Parinaud schématique avec paralysie des mouvements de verticalité du regard, associé à un Argyll Robertson
- A l'E.E.G on note un ralentissement global prédominant aux deux régions occipitales .
- Sur les radios du crâne, les empreintes digitales sont très marquées, la selle turcique est agrandie et décalcifiée dans sa portion postérieure
- L'intervention chirurgicale (ouverture de la lame sus optique) est associée à la cobaltothérapie (6.000 r/T)

L'état est satisfaisant ; le syndrome de Parinaud persiste en partie .

Examen audiométrique .-

I.- Audiométrie tonale .-

Les deux courbes de seuil sont sensiblement normales et symétriques .

2.- Au test phonétique .-

L'intégration est normale . Il n'existe pas de différence notable entre oreille droite et oreille gauche .

CONCLUSION .- Ceci permet de conclure qu'une tumeur pinéale peut amener une perturbation sur les voies auditives alors que d'autres - comme celle-ci - n'en donnent aucune .

- ATTEINTE CORTICALE ou SOUS-CORTICALE -

- Hémisphérectomie droite -

9.- Observation N° I.673.6I - F.C. II ans (Service du Dr. KOHLER et clinique chirurgicale Pr. P.WERTHEIMER) .

Histoire neurologique

Cet enfant , né avec une prématuration légère alors que l'accouchement semble normal, reste mou et somnolent dés sa naissance .

A l'âge de 8 mois s'installent un état de mal comitial et une hémiplégie gauche .

A l'âge de 5 ans, cet état de mal récidive puis cède au traitement barbiturique .

Cinq mois avant l'entrée dans le service, reprise des crises comitiales accompagnées cette fois d'épisodes confusionnels .

L'E.E.G montre à ce moment une asymétrie des réponses avec ralentissement à droite et intenses décharges épileptogènes du même côté .

Sur les clichés de la P.E.G. il existe une dilatation globale du ventricule droit avec attraction du troisième ventricule .

L'artériographie carotidienne montre une artère sylvienne mal injectée, grêle, déplacée par le processus atrophique .

A l'examen, on note :
- une paralysie radiale droite ,
- un strabisme divergent de l'oeil droit
- rien au fond de l'oeil
- une rétraction tendineuse au niveau du pied droit avec impossibilité d'extension .

Intervention .- On pratique une hémisphérectomie droite respectant le thalamus et la plus grande partie du noyau caudé .

L'enfant va bien . Il n'existe aucun déficit secondaire .

Examen audiométrique .- .....

I.- L'examen tonal ne montre pas de déficit ni de différence entre l'oreille droite et gauche .

2.- Test phonétique .-

La mesure bi-auriculaire montre une différence nette avec et sans bruit . Les distorsions passent de 2 à I4 % . Il existe une nette différence entre l'oreille droite et l'oreille gauche de 2 à 20%.

Critique des résultats

- En biauriculaire :
  à 70 db, moyenne : 0,2 $\sigma^2 = 0,I4$
  à 80 db + bruit, moyenne: I,4 $\sigma^2 = 0,65$

Sd = 0,45 et t = 2,65

La différence est donc significative .

- En monoauriculaire :
  oreille droite , puis oreille gauche ,

  OD = moyenne 0,2 $\sigma^2 = 0,I4$
  OG = moyenne = 2 $\sigma^2 = I,?$

Sd = 0,57 et t = 3,I5

La différence est hautement significative .

CONCLUSION .- Chez cet enfant hémisphérectomisé à droite on relève donc, alors que la perception tonale est normale, un défaut d'intégration globale et une très nette difficulté à l'oreille gauche hétérolatérale de l'hémicortex enlevé .

- Hémisphérectomie gauche .-

IO.- Observation N° I634.6I - I2 ans (Service du Dr.KOHLER et clinique chirurgicale Pr.WERTHEIMER) .

Histoire neurologique .-

Cet enfant, atteint d'hémiplégie infantile avec comitialité , est adressé à la clinique du Pr .WERTHEIMER pour hémi-sphérectomie.

La grossesse, normale est menée à terme, l'accouchement a nécessité le forceps : l'enfant naît avec de grosses ecchymoses, ne crie pas, doit être réanimé . Son poids est de 5.250 grs .

Il marche à quinze mois - parle à dix-huit mois .

A ce moment apparaissent des convulsions intermittentes, qui deviennent ensuite quotidiennes .

L'examen neurologique actuel montre une hémiplégie droite spastique avec :

- raccourcissement et atrophie du membre supérieur droit ;
- la main capote, le bras est collé au corps . Il existe quelques mouvements des doigts .
- Equinisme important du pied droit . La marche est facile mais avec boiterie par raccourcissement et steppage .
- les réflexes tendineux sont vifs : il existe un signe de Babinski droit .
- pas de troubles sensitifs .
- L'encéphalographie gazeuse montre une atrophie cérébrale gauche à compensation ventriculaire et corticale .
- L'E.E.G un foyer épileptogène rolandique droit .

Devant la fréquence des crises comitiales (d'abord généralisées avec perte de connaissance, puis dernièrement Bravais-Jacksoniennes au rythme de 5 à 6 par jour et d'une durée de une à deux minutes), on décide l'hémisphérectomie gauche .

L'intervention est bien supportée, les suites opératoires simples . L'état antérieur est conservé : il n'y a aucun trouble de la marche ni de la parole .

Le nouvel E.E.G pratiqué, ne montre aucune activité cérébrale du côté gauche, ni d'anomalies irritatives sur l'hémisphère restant.

Revient quinze jours après pour curetage du volet et doit être revu pour plastie . Va bien .

Examen audiométrique .

I.- Audiométrie tonale .-

La courbe tonale est sensiblement normale et symétrique jusqu'aux fréquences aiguës où elle présente une baisse légère pour les deux oreilles .

2.- Audiométrie supraliminaire .-

Le Luscher est normal des deux côtés .

3.- Au test phonétique .-

Il existe un trouble d'intégration bilatéral prédominant à droite - distorsion de 2 - IO à 70 db respectivement à gauche et à droite .

Critique des résultats

- En biauriculaire on trouve :
  70 db moyenne 0,6 , $\sigma^2 = 0,24$
  90 db moyenne I , $\sigma^2 = 0,4$
  90 db et bruit moyenne 2 , $\sigma^2 = 2$

Entre 90 db et 90 db + bruit

Sd = 0,8 et t = 4 différence très significative

Entre 70 db et 90 db avec bruit

Sd = 0,74 et t = 5,6 différence très significative

- Entre les deux oreilles
  O.D. moyenne 2 , $\sigma^2 = I,2$; O.G. moyenne 0,4, $\sigma^2 = 0,6$
  Sd = 0,67 et t = 2,4. La différence est significative .

CONCLUSION .- Chez cet enfant hémisphérectomisé à gauche on relève un défaut d'intégration nettement dominant dans l'oreille hétérolatérale de l'hémicortex enlevé .Il n'y a pas de répercussion tonale .

- SYNDROME NEUROLOGIQUE LATERALISE -

Epilepsie temporale gauche .

II.- Observation N°307.60 - G.G. 34 ans - (Clinique neuro-psychiâtrique Pr. DECHAUME, Dr. SCHOTT) .

Histoire neurologique .-

Ce malade est suivi dans le service depuis douze ans pour épilepsie temporale gauche .

Il se présente en janvier I960 en état de mal comitial, avec crises sub intrantes, et très grande confusion persistant entre les crises, confusion qui a nécessité la mise en chambre fermée durant quatre jours . L'état de mal ne cède qu'à une pneumo-encéphalographie gazeuse thérapeutique .

L'E.E.G montre un foyer temporal gauche qui explique la symptomatologie psychique de cette comitialité : pendant plusieurs jours, ce malade conserve des hallucinations auditives (il entend les voix de sa femme et de sa tante ...)

Après l'équilibration thérapeutique, le malade reste euphorique et paraît s'être psychiquement dégradé .

Examen audiométrique

I°.- Audiométrie tonale .-

L'audiogramme tonale comporte une courbe horizontale à droite avec une perte légère de IO db. A gauche, la perte est de 30 db sur le 8.000 .

2.- Au test phonétique .-

En biauriculaire les perturbations sont de :

I erreur à 70 db
9 erreurs à 90 db
I4 erreurs à 90 db avec bruit

La mesure à droite et à gauche faite avec deux listes, donc avec un nombre d'éléments double des mesures habituelles , montre à droite 7,5 erreurs sur 50 phonèmes émis, à gauche II erreurs sur 50 phonèmes émis .

Critique des résultats .

La différence entre 70 db et 90 db avec bruit est très significative, l'homogénéité est évidente sans qu'il soit nécessaire de faire un calcul d'erreur . Entre l'oreille droite et l'oreille gauche :

OD : moyenne : I,5 $\quad \sigma^2 = 0,25$

OG : moyenne : 2,2 $\quad \sigma^2 = 0,32$

$$Sd = 0,25 \text{ et } t = 2,8$$

Valeur hautement significative d'autant plus qu'avec le nombre de mesure la valeur de t pour I% d'erreur est de 2,6 .

CONCLUSION .- Il s'agit donc d'un trouble d'intégration globale, avec une dominance latérale nettement marquée . Il est intéressant de noter ici que la perturbation est homolatérale par rapport aux symptômes cliniques de localisation encéphalique .

—

- SYNDROME NEUROLOGIQUE AVEC TROUBLE D'INTEGRATION NON LATERALISE .-

I2.- Observation N° 367.69. G.- 32 ans - Dr. COURJON .

Histoire neurologique .

Depuis l'âge de treize ans ce malade présente des crises paresthésiques débutant par des fourmillements au niveau de la main droite, puis à type de brûlures au niveau de tout le membre supérieur droit, sans perte de connaissance .

Ces épisodes se renouvellent en moyenne une fois par mois ou tous les deux mois .

A la suite d'une de ces crises, a persisté un déficit, postcritique transitoire à type d'hémiplégie droite avec aphasie .

L'E.E.G pratiqué a montré, avec des rythmes de repos irréguliers, des pointes-ondes dans la région temporale gauche déclenchées par des stimulations auditives .

Examen audiométrique

I.- Audiométrie tonale .-

A droite, le seuil tonal est normal .
A gauche, il présente une chute de 50 db sur les sons aigus (4.000 - 8.000) . Moyenne I2 db de perte .

2.- Au test phonétique .-

En biauriculaire, la distorsion qui est de 8% à 70 db atteint 26% à 90 db plus bruit . Il y a donc atteinte légère de la compréhension . Mais il existe une nette prédominance de la distorsion à l'oreille droite . Cette différence entre les deux oreilles est en effet significative : 73 % à gauche et 40 % à droite . Donc l'oreille qui présente l'encoche tonale a une compréhension relativement meilleure que celle de l'oreille normale . Le malade signale d'ailleurs

lui-même que l'identification des mots à l'oreille droite lui demande un effort beaucoup plus grand qu'à l'oreille gauche .

Critique des résultats .

- La mesure biauriculaire montre :

à 70 db	: moyenne = 0,8	σ^2 = 0,7
à 90 db + bruit	: moyenne = 2,6	σ^2 = 0,6

Sd = 0,56 et t = 3,2
La différence est donc tout à fait significative .

- En monoauriculaire, oreille droite, puis oreille gauche

OD = moyenne 4	σ^2 = 2
OG = moyenne 2,8	σ^2 = I,3

Sd = 0,9I et t = I,32

Le test n'est donc pas homogène ; en effet la variance à droite est importante . Malgré l'allure clinique de la mesure on peut affirmer la dominance certaine de l'oreille droite dans la distorsion .

- CONCLUSION .- Il existe une lésion temporale gauche et une atteinte de la gnosie auditive prédominant à l'oreille droite, donc l'oreille controlatérale à la lésion, mais la dispersion des réponses ne permet pas de l'affirmer sans un important risque d'erreur .

- A P H A S I E S -

Aphasie sensorielle avec trouble d'intégration latéralisé .- Hématome sous dural gauche .

I3.- Observation N° I.66I- 6I - P.R. 30 ans - Service neuro-psychiâtrique (Pr. DECHAUME, Dr . SCHOTT) .

Ce malade de 30 ans , éthylique, a été victime, dix jours avant son hospitalisation, d'un traumatisme crânien important .Après un épisode de confusion mentale avec désorientation temporo spatiale il se présente avec une surdité verbale isolée et intermittente . Pas d'alexie ni d'agraphie .

- Il existe un léger oedème papillaire du F.O.
- La P.L. retire un liquide xanthique avec une légère dissociation albumino-cytologique .
- L'E.E.G ne montre que des troubles de la vigilance .

Examen audiométrique

I.- Audiométrie tonale

L'audition est subnormale, avec une légère perte de I5 db en moyenne à gauche .

2.- Au test phonétique.-

en biauriculaire :
à 90 db = 6,75 erreurs sur 50 phonèmes
à 90 + bruit = I5,50 sur 50 phonèmes .
mesure faite avec deux listes, à deux reprises

On note d'autre part les distorsions suivantes à droite et à gauche :
à 90 db - oreille droite 9 erreurs sur 50 phonèmes
- oreille gauche 7 erreurs sur 50 phonèmes
mesure faite avec deux listes, à deux reprises .

Critique des résultats .- .....

- L'intégration biauriculaire donne :

à 70 db : moyenne = I,35 σ^2 = I,3
à 90 db + bruit: moyenne = 3,I σ^2 = 4

Sd = 0,28 et t = 6,2 (calcul effectué à partir de 20 éléments de listes par mesure)

La différence est donc tout à fait significative .

en monoauriculaire ,oreille droite et oreille gauche :

OD = moyenne I,8 σ_2^2 = I,6
OG = moyenne I,4 σ^2 = 0,34

Sd = 0,32 et t = 2,35

La différence est tout à fait significative d'autant que la mesure porte sur 40 éléments de liste, donc que la limite est inférieure à 2,35 .

- CONCLUSION .- Dans ce cas d'aphasie il existe un trouble d'intégration bilatéral, nettement dominant à l'oreille controlatérale de la lésion centrale .

Aphasie sensorielle avec trouble d'intégration non latéralisé .-

I4.- Observation N°73.59 - D.T. 64 ans (Service de Neuropsychiâtrie Pr. DECHAUME, Dr. SCHOTT) .

Il s'agit d'une agnosie auditive verbale,d'origine vasculaire .

Ce malade a subi, il y a quatre ans, une résection intestinale avec anus artificiel pour néoplasme colique . Apparition brutale il y a deux ans, d'une " surdité verbale " , le malade n'identifie pas - non seulement les symboles verbaux - mais également les symboles musicaux . Il reconnaît bien les bruits .

- L'examen neurologique est entièrement négatif . Il n'existe aucune atteinte gnosique en dehors de celle du langage,ni d'atteinte praxique .

- La P.E.G. l'artériographie carotidienne gauche, l'E.E.G sont absolument normaux .

Examen audiométrique .

I.- Audiométrie tonale .-

Ce malade présente une surdité de perception avec une chute bilatérale sur les aigus, régulière de I.000 au 8.000 . La perte moyenne est de 30 db à droite et à gauche .

2.- Audiométrie supraliminaire .-

Le seuil différentiel d'intensité dépasse 6 db pour que la différence soit perçue (mesuré à l'oreille droite)

3.- Au test phonétique .-
En biauriculaire :
à 75 db = I6 erreurs
à 85 db = 2I
à 95 db = 22
à 95 + bruit = aucun phonème n'est reconnu .

Critique des résultats .

- Mesure de l'intégration entre 75 et 95 db + bruit

à 75 db : moyenne = 3,2 σ^2 = I,9
à 95 db+ bruit:moyenne= 5

Sd = 0,22 et t = 8,2

La différence est hautement significative .

Par contre, la différence entre 75 db et 90 db donne un t = 0,8 . Cette mesure n'est pas suffisamment homogène .

- CONCLUSION .- Dans ce cas d'agnosie verbale il existe un très important trouble d'intégration phonétique sans latéralisation à l'oreille droite ou gauche .

- Aphasie sans trouble d'intégration .-

I5.- Observation N° 338.6I - C.M. 35 ans - Clinique neuro-psychiâtrique (Pr . DECHAUME- Dr.SCHOTT) .

Il y a un an, ce malade est victime d'un important traumatisme cranio cérébral avec fracture du crâne et embarure pariétale gauche.

Il se plaint de céphalées temporo-pariétales gauches, d'une surdité de l'oreille gauche, de troubles de l'équilibre et de vertiges, et de troubles qu'il dit être " de mémoire " .

En fait, ce malade présente une aphasie d'expression avec alexie et agraphie, mais variable dans le temps. L'évocation des mots est très perturbée, le trouble portant essentiellement sur le langage propositionnel . Il existe également un élément d'aphasie amnésique- avec redressement facile des erreurs verbales graphiques .

Cette aphasie n'est accompagnée d'aucun syndrome antérieur(pas d'hémiplégie) ni postérieur (pas d'héminanopsie, pas d'apraxie)

Examen audiométrique .

I.- Audiométrie tonale.-

La courbe est celle d'une surdité de transmission bilatérale , la perte étant en moyenne de 25 db à droite, de 40 db à gauche .

2.- Test phonétique .

- En biauriculaire à 90 db = 4 erreurs
à 90 db + bruit = 5 erreurs
à 90 db : moyenne = 0,8 $\sigma^2 = 0,56$
à 90 db + bruit : moyenne = I $\sigma^2 = 0,4$
Sd = 0,53 et t = 0,37

La différence n'est pas significative . Elle reste d'ailleurs dans la marge des variations physiologiques .

- CONCLUSIONS .- Il s'agit donc d'une aphasie sans participation d'un trouble de l'intégration auditive .

—

- SYNTHESE des OBSERVATIONS -

Les observations cliniques présentées montrent l'intérêt de cette méthode de mesure des troubles centraux de l'audition . Elle ne permet pas à elle seule de faire un diagnostic de localisation précise . Mais l'utilisation systématique des tests d'audiométrie tonale liminaire, supraliminaire, et d'audiométrie phonétique, chez des malades que l'on soupçonne d'être atteints d'une lésion des voies auditives, nous a permis de préciser un certain nombre de faits .

I.- Les lésions situées au niveau du nerf auditif .-

Elles donnent une surdité tonale en règle générale homolatérale La perte auditive est variable, pouvant être rapidement importante . L'atteinte irritative ou destructrice des fibres laisse le passage mais distord un nombre plus ou moins grand d'éléments d'informations. Donc, bien que la fonction gnosique du cortex demeure intacte,l'intelligibilité du message est troublée du côté de la lésion . Le trouble d'intégration est donc unilatéral et très important .

II.- Les lésions situées à l'étage bulbo-protubérantiel .-

Ces lésions donnent lieu à une surdité tonale bilatérale mais prédominant du côté lésé . Le trouble d'intégration est très important et prédomine également du même côté .

D'autre part, ces lésions situées au-dessous des tubercules quadrijumeaux peuvent être à l'origine d'une certaine labilité du seuil tonal (effet Sörensen) . Cette labilité n'est jamais d'origine périphérique : elle n'apparaît qu'au niveau bulbaire .

Par contre, on ne trouve pratiquement jamais le phénomène de recrutement acoustique, ni d'irrégularités importantes de la courbe du seuil en forme d'encoches pour des zones limitées de fréquence .

III.- Les atteintes des tubercules quadrijumeaux .-

Elles donnent des surdités tonales légères .

Le trouble d'intégration est d'intensité moyenne bilatéral,mais largement prédominant du côté de la perte tonale .

IV.- Les lésions corticales et sous-corticales .-

Elles ne donnent pas d'atteinte tonale . Le trouble d'intégration est d'importance moyenne le plus souvent prédominant à l'oreille opposée à la lésion cérébrale .

En effet : l'étude des hémisphérectomies montre qu'il n'existe pas d'atteinte tonale mais un trouble d'intégration à droite dans l'hémisphérectomie gauche, à gauche dans l'hémisphérectomie droite. Ces observations sont très intéressantes, car elles constituent une preuve quasi expérimentale de ce que nous trouvons en audiométrie tonale et vocale .

- Dans les syndromes cérébraux latéralisés (épilepsie temporale gauche) le trouble d'intégration est global,il semble qu'il soit homolatéral à la lésion .

- Les données apportées par les observations d'aphasiques sont les suivantes :

- ou bien le trouble d'intégration est global latéralisé à l'oreille opposée
- ou bien le trouble d'intégration n'est pas latéralisé
- ou bien le trouble d'intégration n'existe pas : il n'y a pas d'atteinte sensorielle . C'est le cas de la dernière observation.

V.- Nous n'avons parlé dans ce travail que des atteintes lésionnelles dont l'étude, en dehors de toute considération clinique - présente un réel intérêt physio-pathologique .

Mais la méthode de mesure employée est applicable - comme le montrent les mesures dans l'aphasie - aux atteintes fonctionnelles de l'audition qui ne sont jamais latéralisées tels les troubles de l'intégration phonétique chez l'enfant, dont le dépistage précoce est important pour l'orientation et la rééducation .

VI.- Cette mesure est intéressante à pratiquer de façon systématique chez tout malade dont l'histoire pathologique oriente le diagnostic vers un syndrome neurologique localisé, même s'il n'existe pas apparemment de perturbation de l'audition . Elle peut apporter des éléments pour le diagnostic de la maladie . Les constatations tirées d'un grand nombre d'observations peuvent constituer une source de renseignements précieux dans la physio-pathologie auditive.

C O N C L U S I O N S

Les atteintes centrales lésionnelles de l'audition sont de deux types :

- soit globales : ce sont des hypoacousies, le malade entend mal non seulement les sons complexes (parole, bruits) mais aussi les sons simples .

- soit intégratives : ce sont les troubles de l'identification consciente, du type agnosie auditive . La reconnaissance des sons complexes est totalement ou partiellement perturbée, celle des sons simples est généralement conservée .

ELABORATION de la MESURE .- LE TEST PHONETIQUE .-

L'étude des perturbations des facteurs nécessaires à l'intelligibilité phonétique conduit à l'élaboration des tests capables de déceler les troubles centraux de l'audition .

Nous avons choisi pour nos mesures le test phonétique (J.C.LAFON) qui utilise l'indentification de mots choisis en fonction de leur constitution phonologique .

Ce test s'appuie sur les critères suivants :

I.- Il utilise comme paramètre le phonème, unité linguistique, qui se place sur le plan des fonctions de gnosie auditive, au niveau image-symbole . Il exclut donc l'intervention des suppléances mentales .

2.- Il est d'une manipulation facile pour le testeur,et l'apprentissage nécessaire est simple pour le sujet testé .

3.- Il comporte des possibilités de variations de la netteté du message nécessaires d'une part pour fixer les degrés de la reconnaissance, d'autre part, pour déceler un trouble latent .

L'accroissement de l'intensité d'émission, le masquage exogène

par l'adjonction de bruit, rendant la forme acoustique moins nette, diminuant la quantité d'information, permettent d'apprécier quantitativement la gêne apportée à l'identification .

4.- Enfin, étant donné la nécessité de fixer les limites physiologiques normales, d'éliminer les erreurs possibles de mesure, ce test tient compte des critères statistiques d'homogénéité .

Les calculs d'erreurs permettent de dire si les résultats sont tout à fait significatifs d'une altération pathologique .

- INTERET des METHODES d'EXPLORATION EMPLOYEES .-

Ces méthodes audiométriques donnent la possibilité d'un dépistage des atteintes centrales de l'audition, complétant l'examen neurologique et le bilan psychologique du sujet .

- sur le plan de la physiologie et de la physio-pathologie de l'audition elles permettent le contrôle chez l'homme des résultats de l'expérimentation pratiquée chez l'animal .

- les altérations corticales unilatérales ne perturbent pas le seuil d'audition des sons purs, mais altèrent l'intégration de structures acoustiques plus complexes .

- les distorsions phonétiques sont plus importantes, lorsque la netteté du message diminue, dans les atteintes auditives centrales que dans les atteintes cochléaires .

- les lésions irritatives ou destructrices basses provoquent des agnosies verbales par perturbation des mécanismes d'intégration. Les lésions plus haut situées laissent quelques possibilités de reconnaissance des messages complexes, mais les distorsions sont importantes .

—

B I B L I O G R A P H I E +

+ ABOULKER (P.) ,LE MEE (J.M.) - Les données actuelles de la physiologie de l'audition et leurs applications cliniques et chirurgicales - Sté.française d'O.R.L. Rapports Congrès I953 Annetti ed . Paris .

+ AJURIAGUERRA (J.de), HECAEN (H)- Le Cortex cérébral - Masson I960-

+ AJURIAGUERRA (J.de), BOREL-MAISONNY (S) DIATKINE (R),MARLIAN (S) STAMBACK (M) - Le groupe des audimutités p.70-62 - La psychiatrie de l'enfant I/I PUF. Paris I958 .

ALLANSON (J) et WHILFIELD - The cochlear nucleus and its relation to théories of Hearing -
In Cherry e.Information théory in Psych.abst.3I N°3 4.205- I.957

+ APPAIX (A), ROCHE (R)- L'otologie devant les affections de l'angle ponto-cérébelleux - p.77 - J.F. O.R.L. (Lyon) 6/I Janv-Fév. I.957 .

ARNOLD (G) : Augeborene Worttanbhert Akustische - Agnosie (Surdité verbale congénitale : Agnosie auditive) - p. 52 -
Zeitschrift für Laryngologie, Rhinologie .Otologie (Stuttgart) 39/I Januar I960 .

+ AUBIN (A) PIALOUX (P)- L'atteinte auditive au cours du neurinome de l'acoustique -p.7I-I.957 - L'année Oto-Rhino-Laryngologique

---

+ Les références utilisées dans ce travail sont précédées d'une croix

+ AUBRY (M), PIALOUX (P), LUCAS (A), BOUCHET (J) - Essai critique sur la séméiologie des troubles auditifs en rapport avec des lésions du système nerveux central . La presse médicale(Paris) - 69 - N° I3 - I8 mars I96I .

+ BEKESY (G.U) - Synchronism of neural discharges and their demultiplication in pitch perception on the skin and in hearmey - - p.338 - The Journal of the Acoustical Society of America (Lancaster) 3I/3 March I.959 .

BOCCA (E) - El diagnostico de las sorderas corticales - p.45I - Acta oto-rino-laringologica Ibero-Americana (Barcelona) 7I6 I.956 .

+ BOCCA (E) - Introduction à l'étude de la surdité corticale-p.I22 - Revue de Laryngologie, otologie-rhinologie (Bordeaux) 80/I/2 - Janvier-Février I.959 .

+ BOCCA - Valeur topodiagnostique des épreuves vocales sensibilisées dans les lésions du cortex auditif p.63 - Société internationale d'audiologie. V° Congrès (Bonn) Sept .I.960 .

+ BOCCA (E),CALEARO (C), CASSINARI (V)- La surdité corticale-p.777-856 - Rev. Laryngol-otol rhinol 78 N° 9,I0 - Sept.Oc . I.957

+ BOCCA (E), CALEARO (C), CASSINARI (V) - Examen de la fonction auditive corticale dans les T. du lobe temporal - P.69 - Société internationale d'audiologie II°Congrès (Paris)22,23 Janvier I.955 .

+ BOREL-MAISONNY (S) - Audition et perception - Intelligence du langage p .47 - Journal Français d'O.R.L. Lyon 8/I - Janvier - Février I959 .

+ BOREL-MAISONNY (S) - Surdités centrales chez l'enfant - p.I28 - Revue de Laryngologie. otologie. rhinologie (Bordeaux) 80/I/2 Janvier-février I.959 .

BREMER (F) BONNET (U) - An analysis of the sensory responses of the Acoustic cortex - p.447-450 - EEG.Clin.Neurophysiology-I-I949

BOYARSKY (L.L), PEACOCK (L.J)- Electrical response of the acoustic Cortex of the dog to pure and complex audio-fréquencies - - p.742, 746 - Am. J.Physiol. I68 I.952 .

+
BRUNETTI - Interférences sensorielles de l'adaptation acoustique et son comportement dans les troubles centraux de l'ouïe -p.47 - Société internationale d'audiologie - V° Congrès (Bonn) Sept . I.960 .

+ CALEARO - Valeur topodiagnostique des épreuves vocales sensibilisées et d'intégration mono et binaurale dans les lésions des voies acoustiques centrales p.67 - Société internationale d'audiologie V° Congrès (Bonn) Sept . I.960 .

CASPERS (H), LERCHE (E) - Die Bedentung der Retikulärformation des Hirnstammes für die Schallwahrnehmung (L'importance de la formation réticulaire du tronc cérébral dans la perception sonore) p. 36
Zeitschrift für laryngologie, Rhinologie Otologie (Stuttgart) 37/I2 - Dézember I.958 .

CHOCHOLLE (R) - Quelques expériences récentes sur les éléments corticaux et infra-corticaux du seuil auditif, tant absolu que différentiel p.7I9-730 .
Pathologie et biologie , 6,9, IO Mai I958 .

+
CHOCHOLLE (R) - Etude de la Psycho-physiologie de l'audition par la méthode des temps de réaction - p.90-I3I - Année psychologique 45-46 - I.948 .

+ CHOCHOLLE (R)- Les données temporelles de l'audition . Leur intérêt pour la recherche des pertes auditives d'origine centrale - p.397 - Les interférences entre les voies auditives droite et gauche et la recherche des pertes auditives d'origine centrale - p.405 - Société internationale d'audiologie 5° Congrès (Bonn) Sept.I.960 .

+ COLEMAN (P.D) - Cortical correlates of auditory localisation -p.39 - 40 - Science (Lancaster) I30/3.366 July I.959 .

+ DECROIX (G) PIQUET (J.J) - Les surdités centrales - p.I3-2I Revue ONO 30/I Mai I.958 .

+ DESMEDT (J.E), MECHELSE (K) - Sur un phénomène d'inhibition centrifuge dans la voie acoustique centrale chez le chat-p.2.209-2.2I2 - Comptes-rendus de la société de Biologie I5I/IO(Paris) I.957 .

+ DUROUX (P.E), BOSSY (J) - Contribution à l'étude des centres et des voies vestibulaires et cochléaires - p.555- 58I . Lyon-médical N° 47 - I.957 -

+ FALCONNET (P) - Les constantes phonétiques du langage et la constitution des tests parlés - p.3I - J.F. ORL (Lyon) 8/I Janvier Février I959 .

+ FOURNIER (J.E) - L'audiométrie vocale - p.25I-270 - Annales télécom - 8 - 55.356 - Juin I.953 .

+ FURSTNER (J) GATAI (G) - Importance des examens oto-neurologiques dans le diagnostic des tumeurs de l'acoustique - p.326 - Les annales d'oto-laryngologie (Paris)76/4 - 5 Avril-mai I.959 .

GALAMBOS (R) Neural mecanism of Audition p.497-528 - Physiol.Rev.34 I.954 in Psychol.abstr. 3I N° I.348 I.957 .
Mécanismes neurologiques de l'audition - Laryngoscope 68 - 388-40I - Mars I.958 -

GALAMBOS (R), MYERS (RE) - Extralemniscal activation of auditory Cortex - American journal of physiology (Washington) 200/I Janvier I.96I .

GOLDSTEIN (M.H), KIANG (N.Y.S), BROUN (R.M) - Responses of the auditory cortex to repetitive acoustic stimuli - p.356 - The journal of the acoustical society of America (Lancaster) 3I/3 Marc. I.959 .

HARL (J.M) - Quelques travaux récents sur l'aphasie - p.484-499 - La vie médicale (Paris) 4 Avril I.957 .

IRVING T.DIAMOND et WILLIAM D. NEFF .- Auditory discrimination after ablation of temporal et insular cortex in cat . Federation Proc. I6 204 March I.957 .

IWATA (I) - The autonomic nervous system and hearing acuity - p.660 Otolaryngology (Nippon Zibi inkoka Kaiho) (Tokyo) 30/8 Août I.958 .

JATHO (K) - Diagnostic précoce des symptômes cochléaires et vestibulaires dans l'affection de l'angle pontocérébelleux notamment à propos des neurinomes du nerf auditif - p.39 - Archiv.y Ohren Nasen-und Kehlkopfeilkunde (Berlin) I70/I Oktober I.956 .

JERGER (J.F) - Observations on auditory behaviour in lesions of the central audition pathways - p.797 - A.M.A.- Archives of otolaryngology (Chicago) 7I/5 May I.960 .

+ JOUVET (M) DESMEDT (J.E) - Contrôle central des messages acoustiques afférents. CR.acad.Sci. 243 p. I.9I6-I.9I7 - I.956 -

+ JOUVET (M) Approches neurophysiologiques des processus d'apprentissage- p.282-360 Biologie médicale - XLIX- N° 3 Mai-Juin I.960 .

JUNGERT (S) - Central auditory pathways in the brain stem and inferior colliculi - p.I83- Acta otolaryngologica (Stockholm) Supplém. I40 - 49/6 I.958 .

KATSUKI (Y) - Neural mechanism of auditory centers in the brain - p.338-343 J.Acoustic-Soc. of Am - I3 Décembre I.957 -

KOBRAK (F) - New orientations in the problems of clinical neurology of the ear - Excerpta medica XI 7 I599 Juillet I.954 .

KRYCHOVA (N.A) SCHTEINGHART (K.M)- Etat de l'analyseur du langage dans l'aphasie-p.369-372 Revue neurologique(Paris)I03/4 Oct. I.960 .

+ LAFON (J.C) - Le test phonétique 54 p. 5° cahier CFA-Paris- I.958-

+ LAFON (J.C) - Le test phonétique : sa valeur dans le diagnostic des perturbations de la reconnaissance du message auditif - p.I29 - Revue de Laryngologie otologie, rhinologie (Bordeaux) 80/I/2 Janvier-février I.959 .

+ LAFON (J.C) - Essai sur la physiologie de l'audition- p.254-258 R.A.L.E. (Lyon) 35/5 I.959 .

+ LAFON (J.C) - Du diagnostic des surdités centrales J.F.O.R.L. (Lyon) 9/4 mai I.960 .

+ LAFON (J.C) - Contribution au diagnostic des atteintes centrales de l'audition par l'étude de la perception phonétique - p.57- Société internationale d'audiologie V° Congrès (Bonn) Sept. I.960 .

+ LAFON (J.C) - Notes sur l'intégration auditive - J.F.O.R.L. (Lyon) X- 4 - I.96I .

+ LAFON (J.C) - Message et phonétique - I/67 p.P.U.F.Ed.Paris I.96I

LANGENBECK (B) - Nerve deafness, diagnosis by noïse audiométry Excerpta medica XI - 6, I.08I Mai I.953 .

+ LAMOTTE (M) - Initiation aux méthodes statistiques - I44 p. Masson Ed. Paris I.957 .

+ LEGOUIX (J.P) - Les phénomènes neurologiques de l'audition -p.225-257 - Biol-médicale - Vol.XL VII N° 2 - Mars Avril I.958 .

+ LEGOUIX (J.P) - Quelques problèmes de neurophysiologie auditive relatifs à la reconnaissance de la hauteur tonale - P.I- Revue générale de l'enseignement des sourds-muets (Paris) 52/I Janvier I.960 .

+ LEMOYNE (J) MAHOUDEAU (D) - A propos d'un cas d'agnosie auditive pure avec surdité corticale associée à une dysphonie fonctionnelle - Observation anatomo-clinique - p.293 - Les annales d'oto-laryngologie - Paris - 76/4/5 Avril-mai I.959 .

+ LUCHSINGER (R) - Geraüchaudi metrische Machprüfungen sensorischer Formen von Hörstummheit (zentrale Schwerhörigkeit) (Examen audiométrique des cas de surdité sensorielle) p .247-26I . Folia Phoniatrica (Basel) 8/4 I.956 .

LUNDBORG (T) - Nerve deafness for low tones p.2I5-225 Acta otolaryngol. 65 N° 3 I.955 .

+ MAHOUDEAU (D), LEMOYNE (F) - Etude d'un nouveau cas d'agnosie auditive p .58I-585 - La semaine des Hôpitaux (Paris) 33/I5 - I4 Février I.957 .

+ MALMBERG (B) - La phonétique I35 p. P.U.F. Ed. Paris I.958 .

+ MAHOUDEAU (D) LEMOYNE (J), FONCIN (J.F) DUBRISAY (J) - Considérations sur l'agnosie auditive (à propos d'un cas anatomo-pathologique) p.454-47I - Revue neurologique (Paris) 99/4 Octobre I.958 .

+ MASPETIOL (R) MESSIMY (R) SEMETTE (D) - Un cas de surdité centrale p.I.I03-I.I05 - Ann.O.R.L. (Paris) 76 - Décem. I.959 .

+ MASPETIOL (R) HECAEN (H) SEMETTE, MATHIEU .- Le temps de réaction auditive et le test non verbal d'intégration biauriculaire dans les lésions corticales - p.452-462 - Revue neurologique (Paris) I02/5 mai I.960 .

+ MASPETIOL (R) SEMETTE-MATHIEU .- Etude clinique des troubles auditifs d'origine corticale - p.II3 - Société internationale d'audiologie V° Congrès (Bonn) Sept . I.960 .

+MATZKER (J) - Audiométrie vocale d'origine centrale-p.373- Archiv für Ohren-Nasen-und Kehlkopf-heilkunde (Berlin)I69/2 I.956 .

+ MATZKER (J) - Ein neuer Weg zur otologischen diagnostik zerebraler Erkraukungen (une nouvelle voie pour le diagnostic otologique des lésions cérébrales) - p.I77 - Zeitschrift für laryngologie, Rhinologie Otologie (Stuttgart) 36/4 April I.957 .

MATZKER (J) - Versuch einer erklärung des Richtungshörens auf grund feinster Zeintunterschiedsregistrierungen (Essais pour expliquer le mécanisme permettant de distinguer la direction de l'audition à l'aide d'enregistrements audiométriques) - p.483 - Acta otolaryngologica (Stockholm) 49/6 I.958 .

MATZKER (J) - Neue Wege De Diagnostik zerebraler Hörstörungen- p.85 - Société internationale d'audiologie IV° congrès (Padova) 2, 4 Octobre I.958 .

MATZKER (J) - Two new methods for the assessment of central auditory fonctions in cases of brain desease - p.I.I85 - Annals of otology rhinology and laryngology (St-Louis) 68/4 Décembre I.959 .

+ MATZKER (J) - Der heutige Stand der Diagnostik cerebraler Hörstörungen (l'état actuel du diagnostic des troubles auditifs d'origine cérébrale) p .97 - H.N.O.(Berlin) 8/4 Janvier I.960 .

MATZKER (J), RUCHES (J) - Die diagnostik morphologisck nachweis-barer Hirnstammer-kraukungen deuch emen neueartigen Hörtest (diagnostic morphologique des affections du tronc cérébral par un nouveau test auditif) - p.2.I87 - 2.I96 .
Deutsche Medizinische Wochenschrift (Stuggart) 82/48 - 29 November I.957 .

+ MATZKER - Zerebrale audiologische diagnostik - vocal oder tonal . p.73 - Société internationale d'audiologie - V° Congrès (Bonn) Sept. I.960 .

MILLER (M.H.) Audiologic évaluation of aphasic patients - p.333 - Journal of speech and hearing desorders (Danville) 25/4 Nov. I.960 .

+ MILLER (G.A.)- Langage et communication- PUF I.956 (traduit de l'anglais) 404 p.

+ MOLLER (F) MENZELIUS (C) - An accumulation of cases of neurogenous hearing impairment - p.I58 - Acta oto-laryngologica (Stockholm) 47/2 I.957 .

MOREL- MAROGER Ariel .- Corrélations anatomocliniques dans l'aphasie- Thèse méd. Paris I.958 - N° 66I .

+ MORIN (G.) - Physiologie du système nerveux central . 350 p. Masson éd . I.955 .

MULLINS (C.J), BANGS (J.L) - Relationships between speech discrimination and other audiometric data -p.I48 - Acta otolaryngologica (Stockholm) 47/2 I.957 .

NEFF (WD) - Neural mecanisms of hearing : some experimental studies of the auditory - p.289-295 - Laryngoscope 6I Avr. I.95I .

OMBREDANNE (M) LE BEAU (J) - Les arachnoïdites de l'angle pontocérébelleux -p.I95 - Exposés annuels d'O.R.L. Arnette ed.Paris I956.

PESTALOZZA (G), LAZZARONI (A) - Le capacita discriminative dell'apparato uditivo nell'ascolto di messagi parlati contemporanei - p.77- Rivista d'audiologia pratica (Milano) 7/7/8/9 I.957 .

+
PIAGET .- Le langage et la pensée chez l'enfant - DELACHAUX & NIESTLE I.930 - Genève .

PIVOTTI (G) Sul significato diagnostico di alcuni segui oto-neurologici de tumori dell'angolo ponto-cerebellare - p.343 - VAISALVA (II) (Roma) 32/6 Décembre I.956 .

+ POROT (A) Manuel alphabétique de psychiâtrie - 560 p. PUF - I.960

+ PORTMANN (M) PORTMANN (Cl.Mme) Précis d'audiométrie clinique - MASSON Paris 367 p. 2° éd .I.960 .

+ PORTMANN (M) PORTMANN (Cl.Mme) TAILLEFER .- A propos des surdités verbales chez l'enfant - p.I43 - Revue de laryngologie,otologie rhinologie (Bordeaux) 80/I/2 Janvier, février I.959 .

ROBERTS (L) - The cerebral cortex and hearing - p.830 - Annales of O.R.L. (St-Louis) 69/3 Sept.I.960 - Laryngoscope - 70/IO Octobre I.960 .

+ RUBEN (R.J.) SEKULA J.- Inhibition of central auditory reponse - - p.I63 (Washington) Science I3I/3.394, I5 January I.960 .

ROSENBLITH (W.A) - Electrical Responses from the auditory Nervous system - p.839-860 Ann.Oto-Rhin-Laryng - 63 Sept. I.954 .

ROSENZWEIG (M.R) ,ROSENBLITH (W.A) - Responses to auditory stimuli at the cochlea and at the auditory Cortex. Psychol.Abs. 28 5.48I Nos 7,8 - I.954 .

+ SADEK (Mme.D) Quelques principes généraux de la rééducation du langage . Psychologie française - Tome IV N°I -Janvier I.959.

+ SAUSSURE (F.de) - Cours de linguistique générale - 332 p.Payot-Paris 5° édit .I.960 .

+ SÖRENSEN (H) - Perstimulatory auditory adaptation at threshold intensity p.349 - Société internationale d'audiologie V° Congrès (Bonn) Sept .I.960 .

STAMSELL STREET (B) - Hearing loss in aphasia p.60 - Journal of speech and Hearing desorders (Danville) 22/I Marc I.957 .

+ STEVENS (S.S.) Handbook of Experimental Psychology - I.436 p. J.VILEY & SONS NEW-YORK I.95I .

TASAKI (I) - Physiological discussion on neural mechanismes in audition - p.40I - Laryngoscope (St-Louis) 68/3 Mars I.958 .

TERR (MA), GOETZINGER (C.P) ,ROUSEY (Cl)- A study of hearing acuity in adult aphasic and cerebral palsied subjects p.447 Archives of otolaryngology (Chicago) 67/4 April I.958 .

+ THIEBAUT (F), GREINER (G.F) MENGUS (M) LAFON (J.C) - Surdités centrales avec recrutement dans les syndrómes de PARINAUD,FOVILLE et WALLENGERG p.952 - Laryngologie-otologie-Rhinologie (Bordeaux) 9/II/I2 I.957 .

TOLHURST (G.C) - Effects of dunation and articulation changes on intelligibility word reception and listenier preférence - p.328 Hearing news - (Washington) 25/6 November I.957 .

TUNTURI (A.R) DUDMAN (JA) - Model of storage space in the MES auditory Cortex p.437-446 American Journal of Physiology (Washington) I92/3 - March .I.958 .

+ VALLANCIEN (B) - La traduction de la fréquence et de l'intensité dans les voies nerveuses - J.F. ORL 3 N° 3 309.3I8 - I.954 -

WALSH (T.E), GOODMAN (A) Speech discrimination in central auditory lésions - Laryngoscope 65 - I,8 Janvier I.955 - in Ex.Med.XI, 6II, Mars I.956 .

WEISKRAMTZ (L) MISHKIN (M) Effects of temporal and frontal cortical lésions on auditory discrimination in monkeys - p.406-4I4 - Brain (London) 8I/3 I.958 .

WOELLMER (R) et SCHUKNECHT (H) - Hearing loss from lesions of the cochlear nerve : an experimental and clinical study Ex : Med - XI - 9 456 Mars I.956 .

TABLE des MATIERES

Pages

INTRODUCTION I

- Définition d'une atteinte centrale de l'audition 2
- Atteinte centrale et surdité 3

ANATOMIE des VOIES AUDITIVES 5

APPROCHES PHYSIOLOGIQUES des PROCESSUS AUDITIFS ..... IO

- Etude neuro-physiologique des modalités de réponses de l'organisme à un stimulus sonore 20

- Les théories de l'audition 24

DE L'IMAGE au CONCEPT

APPROCHE des STRUCTURES LINGUISTIQUES 27

I.- Image - symbole - concept 28
II.- Définition des éléments du langage 34
III.-Son développement 38
IV .-Sa détérioration 4I

LES MESURES de L'ETAPE AUDITIVE de la CONNAISSANCE :
- Audiométrie tonale liminaire 44
- Audiométrie supraliminaire 45
- Audiométrie vocale 50

Le test phonétique

- vers une mesure de l'audition de la parole 53
- bases théoriques de la mesure 54
- le matériel de mesure - les listes d'intégration 58
- la méthode de mesure 60

Pages

- l'homogénéité des mesures 6I
- le sujet sourd 63

RECHERCHE DE LA LIMITE DES VARIATIONS DES DISTORSIONS PHONETIQUES PROVOQUEES PAR L' OREILLE ... 64

OBSERVATIONS CLINIQUES

- Atteinte du nerf auditif 69
- Atteinte au niveau du tronc cérébral 77
- Atteinte au niveau des tubercules quadrijumeaux ... 82
- Atteinte corticale ou sous-corticale :
  - Hémisphérectomies 85
  - Syndrome neurologique latéralisé 89
  - Syndrome neurologique avec trouble d'intégration non latéralisé 9I
  - aphasies 93

- Synthèse des observations 97

CONCLUSIONS 99

BIBLIOGRAPHIE ..... IOI

—